

ILIE NEGOMIREANU  
ADRIANA GEORGESCU

**NOTIUNI  
INTRODUCTIVE DE  
DESEN  
TEHNIC**



---

Manual experimental  
pentru clasele a VI-a, a VII-a și a VIII-a

---



ing. prof. ILIE NEGOMIREANU  
prof. ADRIANA GEORGESCU

Lib.  
Bucuresti

# NOTIUNI INTRODUCTIVE DE DESEN TEHNIC

Manual experimental pentru clasele a VI-a, a VII-a și a VIII-a



Editura didactică și pedagogică — București 1982

REEDITAREA MATERIALULUI ELABORAT ÎN ANUL 1980, CONFORM PROGRAME  
ȘCOLARE APROBATE DE MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI  
cu nr. 40514/1979

**Referenți:**

ing. MIHAIL TUDOSE, prof. gr. I

ing. CONSTANTIN ZENOVEI

**Redactor:**

**COSTICĂ ANDREI**

Tehnoredactor: OTTO PARASCHIV NECȘOIU

Grafician: VICTOR WEGEMAN

Desenator: ANTON ANASTASESCU



## ELEMENTE INTRODUCTIVE ÎN DESENUL TEHNIC

### A. SCOPUL ȘI IMPORTANȚA DESENULUI TEHNIC

Numim *DESEN TEHNIC* reprezentarea grafică în plan a unor obiecte din spațiu, prin aplicarea unor *REGULI* și *CONVENȚII* stabilite în acest scop.

Desenul tehnic constituie singurul mijloc de reprezentare a unei concepții sau a unei idei tehnice; în același timp, el este principalul mijloc de legătură dintre conceperea și realizarea practică a diferitelor mașini, instalații, clădiri sau orice alte lucrări ingineresti.

Realizarea oricărui obiect, indiferent de mijloacele tehnice de care se dispune, este posibilă fie după un model, fie după desenul obiectului respectiv. Realizarea obiectelor după model, metodă care a fost folosită din cele mai îndepărtate timpuri, este greoaie, incomodă și de foarte multe ori imposibilă. Metoda care se folosește aproape în exclusivitate, în toate ramurile activității economice, pentru producerea de bunuri materiale constă în executarea obiectelor după reprezentarea lor grafică, adică pe baza unor desene tehnice. Ca urmare a faptului că regulile de reprezentare în desenul tehnic au în majoritatea cazurilor valabilitate generală și că se tinde spre internaționalizarea lor totală, se poate afirma că desenul tehnic a devenit un limbaj tehnic internațional.

Politehnizarea învățământului de toate gradele, inclusiv a învățământului gimnazial, impune învățarea unor noțiuni de desen tehnic, necesare în toate domeniile activității economice-sociale, indiferent de meseria pe care intenționează fiecare elev să o învețe în continuare. Astfel, fie că va urma un liceu industrial (cu profil de mecanică, electrotehnică, construcții, industrie ușoară sau chimie), fie că va urma unul agricol, silvic, economic ori sanitar, noțiunile de desen tehnic sînt absolut indispensabile formării oricărui om al muncii într-o meserie.

Totodată, desenul tehnic este strîns legat de o mare parte a celorlalte discipline de studiu (matematică, fizică, chimie), cu care se întrepătrunde, creînd premisele înțelegerii disciplinelor de specialitate care se predau în următorii ani de liceu. Desenul tehnic contribuie la educarea elevilor, la dezvoltarea imaginației, a creativității și a gustului pentru frumos, a preciziei în execuție, a scrupulozității și a muncii organizate.



## B. CLASIFICAREA DESENELOR TEHNICE

Desenele tehnice pot fi clasificate după mai multe criterii.

**După domeniul la care se referă**, desenele pot fi de șase tipuri.

● *Desenul industrial* se referă la obiecte din domeniul industriei construc-toare de mașini, industriei electrotehnice, energetice, al construcțiilor navale și din alte ramuri industriale.

● *Desenul de construcții* se referă la obiecte din ramura construcțiilor (clădiri, instalații, poduri, obiective hidrotehnice, căi de comunicații etc.).

● *Desenul de arhitectură* se referă la concepția funcțională și estetică a con-strucțiilor, la evidențierea elementelor decorative și de finisaj.

● *Desenul de instalații* se referă la ansamblurile sau elementele de instalații aferente unităților industriale, agregatelor, construcțiilor etc.

● *Desenul cartografic* (topografic, geodezic) se referă la reprezentarea unor zone geografice sau a unor suprafețe de teren cu forme de relief, elemente fizice naturale, construcții și amenajări existente etc.

● *Desenul de sistematizare* (urbanistic) este desenul tehnic care reprezintă concepțiile de ansamblu și de detaliu în vederea amenajării teritoriilor, centrelor populate, unităților industriale.

**După modul de reprezentare** se deosebesc două feluri de desene.

● *Desenul în proiecție ortogonală* (unghi drept) este desenul în care proiec-tantele sînt perpendiculare pe planul de proiecție și deci paralele între ele. Acest sistem de proiecție se mai numește și *proiecție paralelă* sau *proiecție cilindrică dreaptă* și reprezintă obiectul în două dimensiuni.

● *Desenul în perspectivă* este desenul în care obiectul este reprezentat în trei dimensiuni. Are următoarele variante:

— proiectantele sînt paralele între ele dar nu sînt perpendiculare pe planul de proiecție, aceasta numindu-se *proiecție paralelă* sau *proiecție cilindrică oblică*;

— proiectantele trec printr-un punct fix, numit centru de proiecție, aceasta numindu-se *proiecție centrală* sau *conică*;

— proiectantele sînt perpendiculare pe planul de proiecție ca la proiecția ortogonală, dar obiectul este așezat într-o poziție oarecare față de planul de proiecție, aceasta numindu-se *proiecție axonometrică*.

**După modul de întocmire**, desenele sînt de două feluri.

● *Schița* este un desen executat în general cu mina liberă, la scări de mărire sau micșorare în limitele date de aproximația vizuală. Schița servește, de regulă, pentru întocmirea desenelor la scară (de studiu sau de execuție). Schița poate servi uneori și ca desen de execuție pentru unele elemente mai simple, dacă le determină ca formă și dimensiuni.

● *Desenul la scară* se întocmește cu ajutorul instrumentelor de desen, la o scară standardizată.



i multe criterii.  
le pot fi de șase tipuri.  
domeniul industriei construc-  
tice, al construcțiilor navale  
ramura construcțiilor (clădiri,  
comunicații etc.).  
a funcțională și estetică a con-  
și de finisaj.  
ile sau elementele de instalații  
nstrucțiilor etc.  
se referă la reprezentarea unor  
forme de relief, elemente fizice  
desenul tehnic care reprezintă  
amenajării teritoriilor, centrelor  
esc două feluri de desene.  
rt) este desenul în care proiec-  
și deci paralele între ele. Acest  
paralelă sau proiecție cilindrică  
ini.  
re obiectul este reprezentat în  
1 sînt perpendiculare pe planul  
ă sau proiecție cilindrică oblică;  
mit centru de proiecție, aceasta  
nului de proiecție ca la proiecția  
oarecare față de planul de pro-  
de două feluri.  
u mîna liberă, la scări de mărire  
uală. Schița servește, de regulă,  
sau de execuție). Schița poate  
le elemente mai simple, dacă le  
rul instrumentelor de desen, la

După destinație, desenele se clasifică în patru tipuri.

● *Desenul de studiu* este executat la scară, dar mai poate suferi unele mo-  
dificări prin studierea mai multor variante pînă se ajunge la forma definitivă.  
El servește pentru întocmirea desenului definitiv de execuție.

● *Desenul de execuție* este un desen definitiv, complet și executat la scară  
și care servește la realizarea obiectului reprezentat.

● *Desenul de montaj* este întocmit în scopul precizării modului de asamblare  
sau amplasare a părților componente ale obiectului reprezentat.

● *Desenul de prospect sau catalog* este întocmit în scopul prezentării și iden-  
tificării obiectului reprezentat.

După conținut, desenele sînt de cinci feluri.

● *Desenul de operație* este desenul tehnic după care se execută o singură  
operație tehnologică (strunjire, frezare, găurire).

● *Desenul de gabarit* este un desen tehnic în care sînt indicate numai dimen-  
siunile maxime exterioare ale obiectului reprezentat.

● *Desenul de relevu* este întocmit după un obiect existent. Se folosește  
îndeosebi în construcții.

● *Schema* este un desen tehnic simplificat, în care obiectul este reprezentat  
cu ajutorul unor semne convenționale sau al unor simboluri. În practică se  
întîlnesc:

- scheme cinematice;
- scheme electrice;
- scheme hidraulice;
- scheme de instalații etc.

● *Graficul* (nomograma, diagrama, cartograma) conține reprezentarea  
variației unei mărimi în funcție de alte mărimi.

## C. MATERIALE ȘI INSTRUMENTE FOLOSITE ÎN DESENUL TEHNIC

### 1. MATERIALE ȘI INSTRUMENTE

Pentru întocmirea unui desen în condiții optime este necesar ca, pe lângă  
cunoașterea regulilor și a convențiilor despre care s-a amintit la început, să se  
cunoască bine materialele și instrumentele ce se vor folosi, calitățile lor și modul  
de utilizare.

Principalele materiale și instrumente necesare pentru desen sînt descrise  
mai jos.

a. *Hîrtia pentru desen* este de mai multe feluri și este folosită în funcție  
de desenul ce trebuie întocmit. Astfel:

— *hîrtia albă opacă* trebuie să fie cît mai densă, să nu se scîmoșeze la ștersul  
cu guma, să nu sugă tușul (liniile trasate să rămînă uniforme ca grosime). Se  
poate întrebuița la întocmirea tuturor categoriilor de desene;



— *hîrtia de calc* este o hîrtie transparentă și servește fie la întocmirea desene-  
lor originale, fie la realizarea unor copii. Desenele întocmite pe hîrtie de calc  
pot fi multiplicare prin heliografiere. Hîrtia de calc poate fi simplă sau pînzată;

— *hîrtia heliografică* sau *hîrtia de ozalid* este o hîrtie opacă; ea are o față  
tratată cu o substanță chimică, sensibilă la lumină. Această hîrtie se folosește la  
multiplicarea desenele întocmite pe hîrtie de calc cu ajutorul heliografului.

b. **Creioanele sau pixurile** utilizate în desen pot avea mine de diferite  
durități, care sînt utilizate în funcție de specificul desenului precum și de cali-  
tatea sau felul hîrtiei folosite. Minele se fabrică din grafit în 18 durități, care se  
împart în trei mari grupe: *mine moi*, de tipul *B*, *mine obișnuite*, de tipul *HB* și  
*F* și *mine tari*, de tipul *H*.

Creioanele și minele pentru pixuri au marcat pe ele simbolul durității prin  
literele *B*, *HB* și *H*. La cele de tipul *B* și *H*, aceste litere sînt precedate de o cifră.  
Minele de tipul *B* vor fi cu atît mai moi cu cît cifra care precede litera *B* va fi  
mai mare, iar cele de tipul *H* vor fi cu atît mai dure cu cît cifra care precede  
litera *H* va fi mai mare.

Ascuțirea creioanelor sau a minelor pentru pixuri se face ca în figura 1.1.  
În figura 1.2 se arată cum nu trebuie ascuțite creioanele și minele pixurilor.

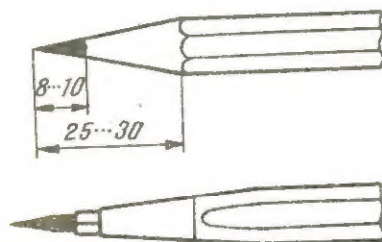
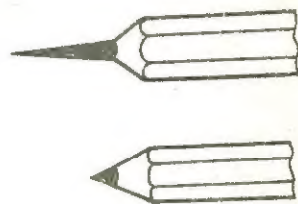


Fig. 1.1

Fig. 1.2



c. **Gumele** se folosesc pentru curățirea desenele executate în creion și  
pentru a șterge liniile ajutătoare sau liniile trasate greșit. O gumă bună nu trebuie  
să murdărească sau să scâmoșeze hîrtia. Pentru ștergerea tușului, se folosesc  
lame de ras și gume dure.

d. **Tușul** se utilizează pentru trasarea anumitor desene originale sau pentru  
copierea unor desene pe hîrtie de calc. Tușul trebuie să adere bine la hîrtia  
pentru desen, să fie fluid și să se usuce repede. Liniile trasate cu tuș trebuie să  
rămînă uniforme ca grosime. Tușul trebuie păstrat bine închis, pentru a se evita  
evaporarea lui.

e. **Planșetele pentru desen** se confecționează, de regulă, din lemn de esență  
moale (tei, plop, eventual panel de tei), pentru a permite fixarea cu ușurință  
a hîrtiei de desen. Pentru a se împiedica deformarea, capetele planșetei sînt  
confecționate dintr-un lemn de esență tare, de regulă fag fiert, sau se încadrează  
planșeta cu o ramă din lemn de fag, în cazul cînd ea este confecționată din panel  
de tei, așa cum este arătat în figurile 1.3 și 1.4. Dimensiunile planșetei sînt stan-  
dardizate în funcție de dimensiunile hîrtiei pentru desen.



De exemplu: mărimile 125(1 250 × 1 000), 100(1 000 × 730), 73(730 × 530), 53(530 × 410), dimensiunile din paranteze fiind date în milimetri.

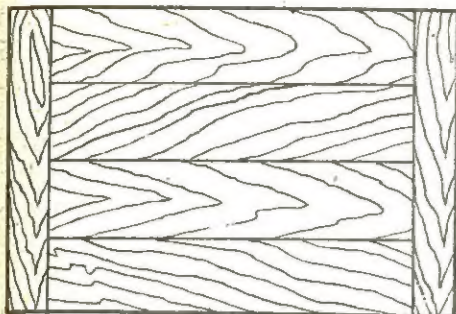


Fig. 1.3



Fig. 1.4

Hîrtia se fixează pe planșetă fie cu ajutorul piunezelor, fie cu ajutorul unei benzi de lipit, fie prin lipirea marginilor pe planșetă.

f. **Teul** servește pentru trasarea liniilor sau pentru sprijinirea echerelor cînd se trasează linii cu diferite înclinații. Teul se confecționează din lemn de fag, de păr sau din materiale plastice. Teul cu capul dintr-o singură bucată se numește *teu cu cap fix* (fig. 1.5), iar cel cu capul din două bucăți, dintre care una este fixă și alta mobilă, se numește *teu cu cap semifix* (fig. 1.6).

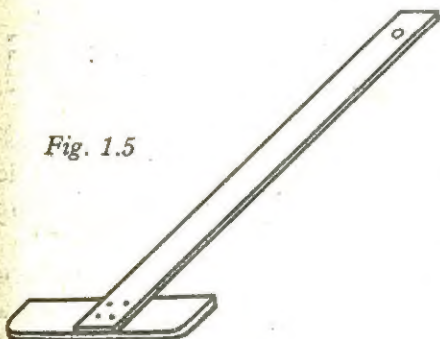


Fig. 1.5

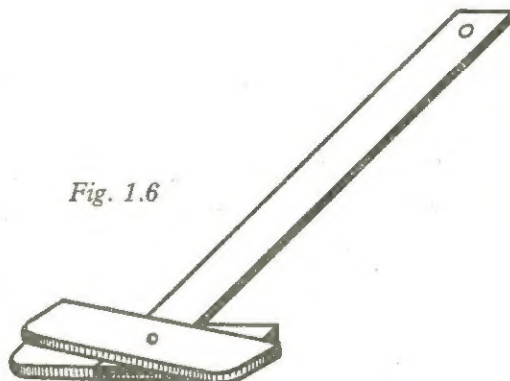


Fig. 1.6

Linealul (rigla) teului trebuie să aibă muchiile perfect drepte, verificarea făcîndu-se astfel:

- se trasează o linie de-a lungul riglei cu un creion bine ascuțit;
- se întoarce rigla cu fața cealaltă și se suprapune aceeași muchie peste linia trasată;
- dacă în această poziție suprapunerea este perfectă, atunci muchia este dreaptă;

g. **Echerele** au forma unor triunghiuri dreptunghice și se confecționează din lemn de păr, de fag sau din materiale plastice. De regulă se folosesc două



tipuri de echer: echer avînd catetele de lungimi egale și două unghiuri de  $45^\circ$  (fig. 1.7.) sau echer avînd catetele de lungimi neegale și unghiuri de  $60^\circ$  și respectiv de  $30^\circ$  (fig. 1.8).

Verificarea unghiului drept al echerelor se face astfel (fig. 1.9, 1.10 și 1.11):

● se sprijină echerul cu cateta  $AB$  pe rigla teului în poziția  $ABC$  și se trasează o linie pe cateta  $AC$ ;

● se rotește echerul cu  $180^\circ$  în poziția  $A'B'C'$  sprijinindu-l cu aceeași catetă  $AB$  pe rigla teului și se observă dacă în această poziție cateta  $A'C'$  se suprapune peste linia trasată anterior.

Se pot ivi trei situații, ca în figurile 1.9, 1.10 și 1.11. Unghiul echerului este de  $90^\circ$  numai dacă suprapunerea se face ca în figura 1.11.

Verificarea unghiurilor de  $45^\circ$  ale echerelor se face astfel (fig. 1.12, 1.13 și 1.14):

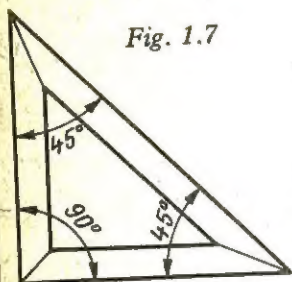


Fig. 1.7

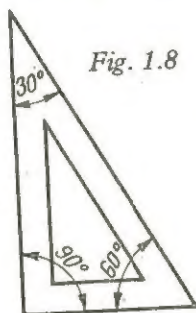


Fig. 1.8

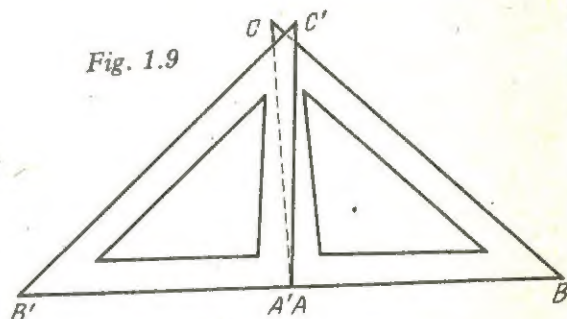


Fig. 1.9

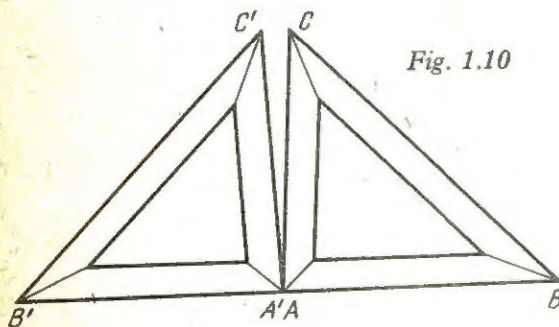


Fig. 1.10

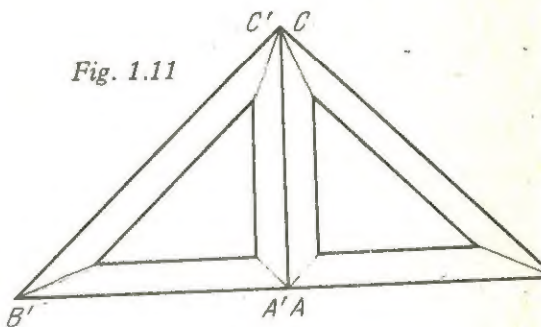


Fig. 1.11

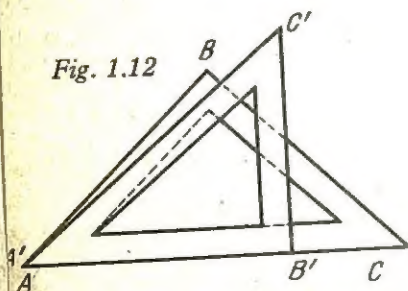


Fig. 1.12

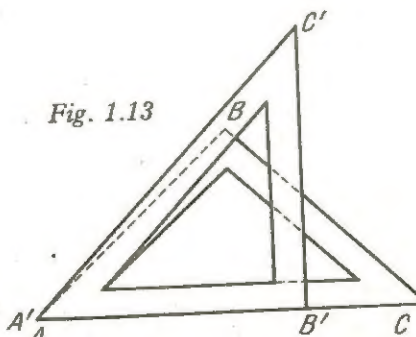


Fig. 1.13

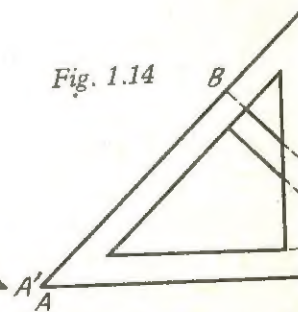


Fig. 1.14



● se așază echerul cu ipotenuza pe rigla teului în poziția  $ABC$  și se trasează o linie pe cateta din stînga,  $AB$ ;

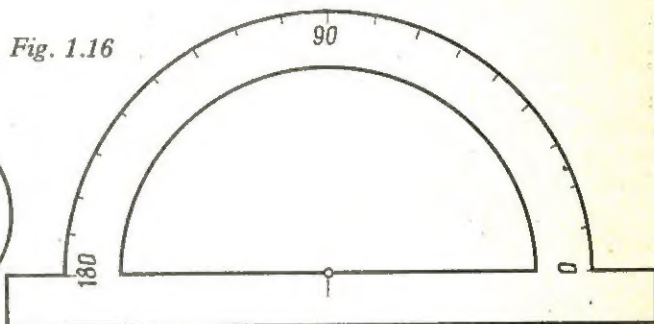
● se așază echerul cu o catetă pe lama teului în poziția  $A'B'C'$  și se observă dacă ipotenuza  $A'C'$  se suprapune peste linia trasată pe cateta  $AB$  a echerului.

Se pot ivi trei situații, ca în figurile 1.12, 1.13 sau 1.14. Unghiul echerului are  $45^\circ$  numai dacă suprapunerea se face ca în figura 1.14.

h. **Rigla gradată** servește la măsurarea dimensiunilor pe desen și este gradată în mod obișnuit în milimetri. Se confecționează din lemn sau materiale plastice și are, de regulă, lungimi de la 20 la 50 cm. O riglă trebuie să aibă partea gradată subțiată, pentru a permite măsurări cit mai exacte. Nu se recomandă măsurarea dimensiunilor pe desen cu teul sau cu echerul, chiar dacă acestea sînt gradate.

i. **Florarul** este o placă subțire de lemn sau material plastic, tăiată cu diferite curburi (fig. 1.15) și servește pentru trasarea liniilor curbe diferite de arcele de cerc, care nu pot fi trasate cu compasul.

j. **Raportorul** servește la măsurarea unghiurilor și se confecționează din lemn, metal sau materiale plastice. El are forma unui semicerc și este gradat în unități de măsurat unghiurile (grade) (fig. 1.16).



k. **Trusa cu compasuri** conține instrumente pentru trasarea cercurilor (compasuri și baluștri), pentru măsurarea distanțelor (distanțiere), pentru trasat în tuș (trăgătoare), prelungitoare, șurubelniță etc. Pentru executarea desenelelor în tuș se mai folosesc instrumente tip GRAPHOS sau ROTRING.

## 2. FOLOSIREA INSTRUMENTELOR ÎN DESENUL TEHNIC

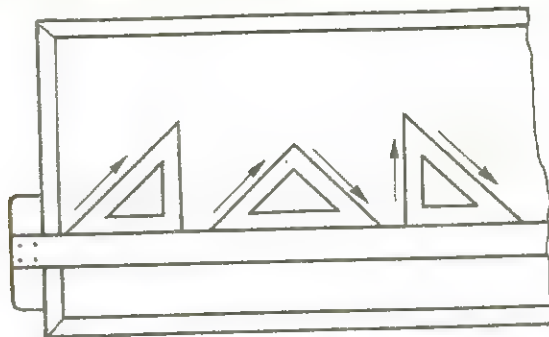
La utilizarea instrumentelor în desenul tehnic trebuie respectate următoarele **reguli**:

— la trasarea liniilor în creion, vârful creionului trebuie să se sprijine în permanență pe muchia teuhă sau a echerelor și să aibă o înclinație de circa  $75^\circ$  față de orizontala direcției în care se trasează linia;



— trasarea liniilor cu ajutorul teului sau al echerului — în creion sau în tuș — se face, de regulă de la stînga spre dreapta și de jos în sus (fig. 1.17);

Fig. 1.17



— vârful portmină al compasului trebuie să aibă aceeași lungime cu vârful compasului în care se află acul;

— la trasarea cu compasul a arcelor de cerc cu raze mari, se va urmări ca portmina, cît și acul compasului, să fie perpendiculare pe suprafața hîrtiei.

### 3. ÎNTREȚINEREA INSTRUMENTELOR DE DESEN

a. **Planșeta pentru desen** trebuie să aibă fețele perfect plane și muchii drepte, trebuie să fie permanent curată, în care scop pentru transportul ei acasă la școală (dacă acesta se impune) se poate folosi o husă din pînă. Planșeta se va feri de umezeală.

b. **Instrumentele din lemn sau din materiale plastice** (teu, echer, rigle, florare etc.) trebuie curățate după fiecare folosire, iar din cînd în cînd muchiile acestora trebuie să fie șterse cu o cîrpă înmuiată în alcool, pentru a se depărta murdăria provenită de la minele de creion sau de la tuș.

c. **Instrumentele din metal** (compasuri, distanțiere etc.) vor fi păstrate cu grijă în trusele lor originale și nu în alte cutii sau penare, întrucît vîrfurile acestora sînt foarte fin ascuțite și se deteriorează cu ușurință.

d. **Trăgătoarele sau alte dispozitive de trasat în tuș** se șterg după fiecare folosire cu o cîrpă umedă, atunci cînd întreruperea este mai mare de două minute.

### D. STANDARDIZAREA ÎN DESENUL TEHNIC

Odată cu dezvoltarea producției industriale moderne, a apărut necesitatea aplicării unor norme și prescripții referitoare la proiectarea și executarea condiții identice a unor piese de mașini de utilizare generală, care să aibă valoare pe întreg cuprinsul țării noastre. Aceste norme și prescripții tehnice numesc *standarde de stat* (prescurtat STAS).



Condițiile fundamentale pentru alcătuirea desenelor tehnice se realizează prin combinarea și utilizarea rațională a desenului geometric, a desenului de proiecție și a prevederilor standardelor de stat.

**Standardizarea regulilor de desen tehnic cuprinde:**

- formatele desenelor tehnice;
- liniile utilizate în desenul tehnic;
- scrierea în desenul tehnic;
- dispunerea proiecțiilor;
- reprezentarea vederilor, secțiunilor și rupturilor;
- cotarea în desenul tehnic;
- scări numerice în desenul tehnic;
- reguli de reprezentare a diferitelor organe de mașini, instalații etc.

Fiecare standard de stat are un simbol.

De exemplu: STAS 1-76 are următoarele semnificații:

- STAS — standard de stat;
- 1 — numărul standardului;
- 76 — anul intrării în vigoare a standardului (1976).

## E. FORMATELE DESENELOR TEHNICE

**Formatul** reprezintă spațiul delimitat pe coala de desen prin conturul pentru decuparea copiei desenului original ( $a \times b$ ).

Formatele se notează simbolic cu litera A urmată de o cifră. Elementele formatului hîrtiei sînt indicate în figura 1.18. Între dimensiunile  $a$  și  $b$  ale unui format există relația  $b = a \cdot \sqrt{2}$ , adică dimensiunea  $b$  este egală cu diagonală unui pătrat de latura  $a$ . Un format oarecare  $A_n$  are suprafața egală cu jumătate din suprafața formatului imediat superior (tab. 1.1).

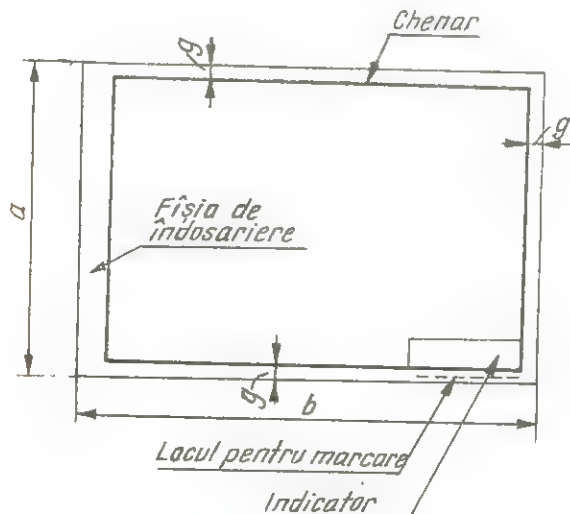


Fig. 1.18



# DIMENSIUNILE FORMATELOR

Tabelul 1.1

Simbol	Dimensiuni $a \times b$ [mm]	Suprafața $a \times b$ [m <sup>2</sup> ]	Lățimea chenarului, $g$ [mm]	Dimensiunile fișei de îndosariere [mm]
A0	841 × 1 189	1	5	20 × 297
A1	594 × 841	0,5		
A2	420 × 594	0,25		
A3	297 × 420	0,125		
A4	210 × 297	0,063		
A5	148 × 210	0,031		
A6	105 × 148	0,016		

În cazul cînd necesitățile impun, se pot folosi și formate mai mari decît cele din tabelul 1.1 (*formate derivate*), obținute prin multiplicarea uneia dintre laturile formatului  $a$  sau  $b$  de 1,5; 2; 2,5; 3 ori etc. (fig. 1.19 și 1.20). La formatele derivate, latura  $a$  nu va fi mai mare de 841 mm.

La formatul A4, indiferent care dimensiune se ia ca bază, fișa de îndosariere se va lăsa totdeauna în lungul laturii mari.

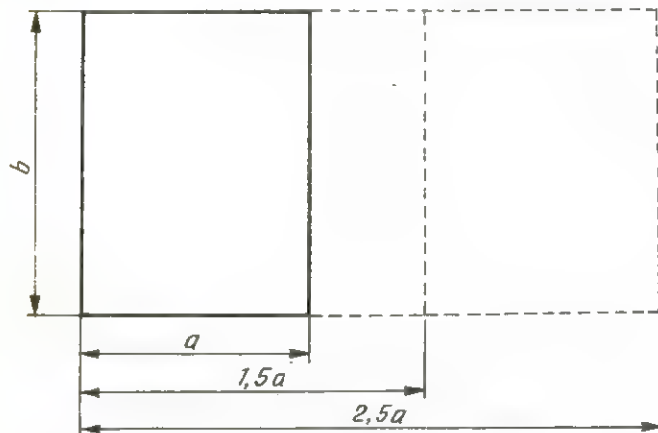


Fig. 1.19

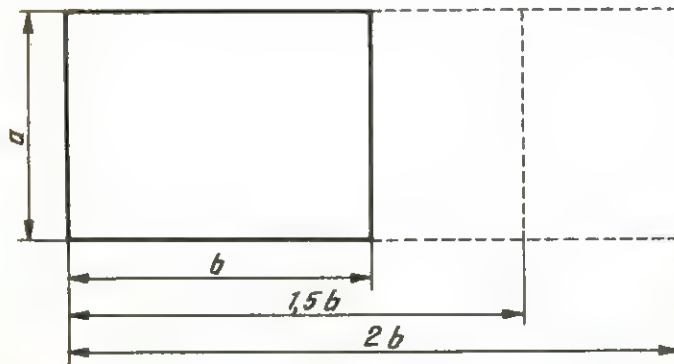


Fig. 1.20



## F. LINIILE UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

Liniile care se utilizează la reprezentarea grafică în desenul tehnic sînt de diferite *tipuri* și *grosimi*, în funcție de destinația lor și de scara desenului.










În principiu, în desenul tehnic se folosesc **două tipuri de linii** și anume: *linii continue* și *linii discontinue*.

Linia discontinuă poate fi: *linie întreruptă*, *linie-punct* sau *linie-două puncte*.

Pentru trasarea liniilor se consideră ca *grosime de bază* grosimea liniei continue groase, care se notează cu litera *b*, iar grosimea celorlalte linii se stabilește în raport cu grosimea acesteia. Grosimea de bază *b* a liniilor variază între 0,18 și 2 mm, în funcție de mărimea și complexitatea desenelor. Grosimea de trasare pentru liniile subțiri este aproximativ  $b/3$ .

Alegerea tipului și grosimii liniilor în desenul tehnic se va face conform indicațiilor din tabelul 1.2.

LINII UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

Denumirea liniei	Simbol	Aspectul liniei	Cazuri de utilizare (exemple)
Linie continuă groasă	A		Contururi și muchii reale vizibile
Linie continuă subțire	C		Muchii fictive Linii de cotă, ajutătoare și de indicație Hașuri Conturul secțiunilor suprapuse Reprezentarea simplificată a liniilor de axă
Linie continuă — subțire-ondulată	C <sub>1</sub>		Linii de ruptură pentru delimitarea vederilor și secțiunilor în orice material, cu excepția lemnului, și numai dacă limita respectivă nu este o linie de axă
— în zigzag	C <sub>2</sub>		Linii de ruptură în lemn
Linie întreruptă subțire	D		Contururi și muchii reale acoperite
Linie-punct subțire	E		Linii de axă Părți situate în fața planului de secționare
Linie-punct mixtă	F		Trasee de secționare
Linie-punct groasă	G		Indicarea suprafețelor cu prescripții speciale (tratamente termice, de suprafață etc.)
Linie-două puncte subțire	H		Conturul pieselor învecinate Pозиțiile intermediare și extreme de mișcare ale pieselor mobile Liniiile centrelor de greutate, cînd acestea nu coincid cu liniile de axă

Tabelul 1.2



Se pot utiliza și alte tipuri de linii, cu obligația să se specifice pe desen semnificația lor specială.

Liniile-punct încep și se termină obligatoriu cu segmente de linie, iar întrerăierea liniilor-punct se face numai prin segmente.

## G. SCRIEREA STANDARDIZATĂ

În desenul tehnic se utilizează, la alegere, *scrierea înclinată*, cu caractere înclinate la  $75^\circ$  spre dreapta față de linia de bază a rândului, sau *scrierea dreaptă*, cu caractere perpendiculare față de linia de bază a rândului. Pe un desen sau pe un ansamblu de desene se va folosi numai unul dintre cele două feluri de scriere.

Exemple de scriere dreaptă și înclinată se dau în anexă.

a. **Dimensiunile literelor și cifrelor** se stabilesc în funcție de înălțimea  $h$  a literelor mari (majuscule), exprimată în milimetri, care poartă denumirea de *dimensiune nominală*.

Sînt standardizate următoarele dimensiuni nominale: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 (în mm), precum și dimensiuni nominale obținute prin înmulțirea cu 10 a termenilor din acest șir.

b. **Grosimea liniei de scriere** este egală cu distanța dintre liniile rețelei cu ajutorul căreia se determină forma și dimensiunile caracterelor, precum și distanța dintre ele.

În desenul tehnic se utilizează două grosimi de linii pentru scriere, care depind de înălțimea nominală a scrierii. Șirurile de valori pentru grosimea acestor linii sînt indicate în tabelul 1.3.

### GROSIMEA LINIILOR DE SCRIERE

Tabelul 1.3

Dimensiunea nominală a scrierii [mm]		2,5	3,5	5	7	10	14	20
Grosimea liniei de scriere, [mm]	Linii tip A ( $1/14 h$ )	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4
	Linii tip B ( $1/10 h$ )	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

c. Cele două tipuri de linii de scriere creează două tipuri de scriere și anume: *scriere tip A*; *scriere tip B*.

Elementele care caracterizează cele două tipuri de scriere, în funcție de dimensiunea nominală a scrierii, sînt indicate în tabelul 1.4.

## ELEMENTE DIMENSIONALE PENTRU SCRIERE

Tabelul 1.4

Elemente caracteristice	Sciere tip A	Sciere tip B
Grosimea liniei de scriere	1/14 h	1/10 h
Înălțimea literelor mari și a cifrelor	14/14 h	10/10 h
Înălțimea literelor mici	10/14 h	7/10 h
Distanța între două litere alăturate ale unui cuvânt, între două cifre ale unui număr sau între o cifră și o literă alăturate ale unui simbol	2/14 h	2/10 h
Distanța minimă între două cuvinte sau numere	6/14 h	6/10 h
Distanța minimă între două rânduri (între liniile de bază)	20/14 h	14/10 h
Distanța între linia de bază pentru indici față de linia de bază a rândului	3/14 h	2/10 h
Distanța între linia de bază pentru exponenți față de linia de bază a rândului	8/14 h	6/10 h

## d. Reguli de scriere:

— înălțimea literelor mici *b, d, f, g, h, j, k, l, q* și *y* este egală cu dimensiunea nominală;

— dacă între două litere sau cifre alăturate se formează un spațiu aparent mai mare decât între celelalte litere sau cifre, acesta se micșorează astfel încît toate literele să pară egal distanțate între ele;

— dimensiunile indicilor și exponenților înscriși pe desene sînt în general egale cu jumătate din dimensiunile pe care le au literele și cifrele la care figurează ca indici sau exponent, dar nu mai mici de 2,5 mm.



## CONSTRUCȚII GRAFICE (GEOMETRICE) UZUALE

### A. CONSTRUCȚIA DREPTELOR PARALELE ȘI A DREPTELOR PERPENDICULARE

- 1) **Trasarea dreptelor paralele** se poate face cu ajutorul teului și echerelor sau printr-o construcție grafică cu ajutorul compasului și riglei. Această construcție grafică se execută ca în figura 2.1.

Fig. 2.1



**Se dau:** dreapta  $L$  și un punct  $C$  exterior dreptei  $L$ .

**Se cere:** să se traseze o dreaptă paralelă cu dreapta  $L$  și care să treacă prin punctul  $C$ .

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul  $C$  și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta  $L$  în punctul  $B$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $B$  și cu o deschidere  $BC$  se trasează un arc de cerc care trece prin punctul  $C$  și care intersectează dreapta  $L$  în punctul  $A$ .

● Se ia în compas distanța  $AC$  și cu vârful compasului în punctul  $B$  se intersectează arcul de cerc în punctul  $D$ .

● Se unește punctul  $C$  cu punctul  $D$  și dreapta care trece prin aceste puncte este paralelă cu dreapta  $L$ .

2) **Trasarea dreptelor perpendiculare** se poate face de asemenea cu ajutorul teului și echerelor sau prin construcții grafice cu ajutorul compasului și riglei. Aceste construcții se execută ca în figurile 2.2 și 2.3.

(fig. 2.2).

**Se dau:** dreapta  $L$  și un punct  $C$  exterior dreptei  $L$ .

**Se cere:** să se traseze o dreaptă perpendiculară pe dreapta  $L$  care să treacă prin punctul  $C$ .

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul  $C$  cu o deschidere oarecare, dar mai mare ca distanța de la punct până la dreaptă, se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta  $L$  în punctele  $A$  și  $B$ .

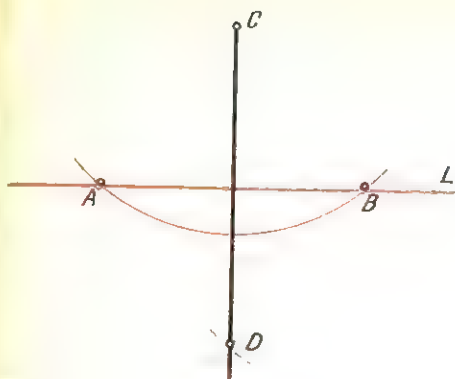


Fig. 2.2

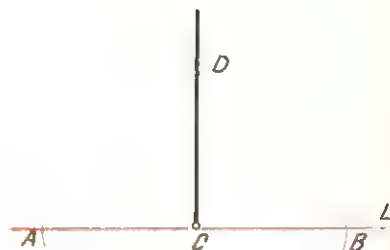


Fig. 2.3

● Cu vârful compasului succesiv în punctele  $A$  și  $B$  cu o deschidere mai mare decât jumătatea segmentului  $AB$  se trasează, în partea opusă punctului  $C$  față de dreapta  $L$ , două arce de cerc care se intersectează în punctul  $D$ .

● Se unește punctul  $C$  cu punctul  $D$  și dreapta care trece prin aceste puncte este *perpendiculară* pe dreapta dată  $L$ .

*Cazul II* (fig. 2.3).

**Se dau:** dreapta  $L$  și un punct  $C$  situat pe dreaptă.

**Se cere:** să se traseze o dreaptă perpendiculară pe dreapta  $L$  în punctul  $C$ .

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul  $C$  și cu o deschidere oarecare se intersectează dreapta  $L$  în punctele  $A$  și  $B$ .

● Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  și cu o deschidere mai mare decât jumătatea segmentului  $AB$  se trasează într-o parte a dreptei două arce de cerc care se intersectează în punctul  $D$ .

● Se unește punctul  $C$  cu punctul  $D$  și semidreapta care pleacă din punctul  $C$  și trece prin punctul  $D$  este *perpendiculară* pe dreapta dată  $L$  în punctul dat  $C$ .

## B. ÎMPĂRȚIREA UNUI SEGMENT DE DREAPTĂ

1) *Împărțirea unui segment de dreaptă în două părți de aceeași lungime* se face ca în figura 2.4.

**Se dă:** segmentul  $AB$ .

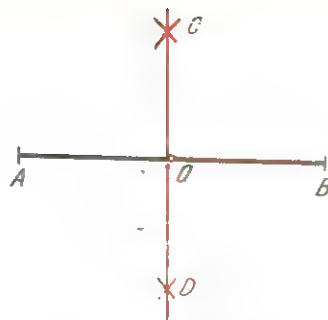
**Se cere:** să se împartă în două părți de aceeași lungime cu ajutorul compasului.

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  și cu o deschidere mai mare ca jumătatea segmentului  $AB$  se descriu de o parte și de alta a segmentului câte două arce de cerc, care se intersectează în punctele  $C$  și  $D$ .



Fig. 2.4



● Se unește punctul  $C$  cu punctul  $D$  și se observă că acest segment intersectează segmentul  $AB$  în punctul  $O$ , care este jumătatea segmentului dat  $AB$ . Dreapta  $CD$  este *mediatoarea* segmentului  $AB$ .

2) **Împărțirea unui segment de dreaptă într-un număr oarecare de părți de aceeași lungime** se face ca în figura 2.5.

**Se dă:** segmentul  $CD$ .

**Se cere:** să se împartă în 6 părți de aceeași lungime.

**Procedeu.**

● Printr-una din extremitățile segmentului, de exemplu prin  $C$ , se trasează o semidreaptă  $CM$ , cu o înclinație oarecare.

● Pe această semidreaptă se trasează cu compasul sau se măsoară începând din punctul  $C$ , un număr de 6 diviziuni egale între ele și se notează cu cifre de la 1...6 (lungimea diviziunii este aleasă arbitrar).

● Se unește punctul 6 cu extremitatea  $D$  a segmentului dat.

● Prin punctele 5...1 se trasează segmente paralele la segmentul  $6D$  care se prelungesc pînă intersectează segmentul  $CD$  în punctele  $5'...1'$ , de împărțire a segmentului  $CD$  în șase părți de aceeași lungime.

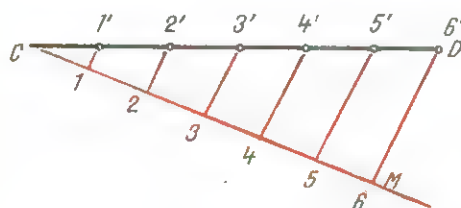


Fig. 2.5

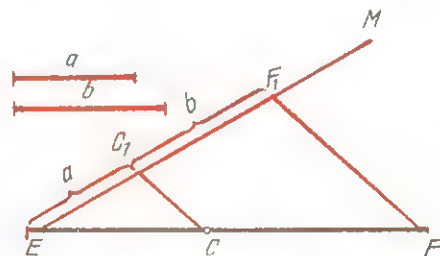


Fig. 2.6

3) **Împărțirea unui segment de dreaptă în părți proporționale cu două segmente date** se face ca în figura 2.6.

**Se dau:** segmentul  $EF$  și segmentele  $a$  și  $b$ .

**Se cere:** să se împartă segmentul  $EF$  în două părți proporționale cu segmentele  $a$  și  $b$ .

### Procedeu.

● Printr-una din extremitățile segmentului, de exemplu prin  $E$ , se trasează o semidreaptă  $EM$ , cu o înclinație oarecare.

● Pe semidreapta  $EM$  se măsoară, începînd din punctul  $E$  segmentele  $a$  și  $b$  obținîndu-se la extremitățile lor punctele  $C_1$  și  $F_1$ .

● Se unește punctul  $F_1$  cu  $F$  și prin punctul  $C_1$  se trasează o paralelă la segmentul  $F_1F$  care intersectează segmentul  $EF$  în punctul  $C$ . Segmentele  $EC$  și  $CF$  sînt proporționale cu segmentele  $a$  și respectiv  $b$ .

## C. CONSTRUCȚIA ȘI ÎMPĂRȚIREA UNGHIIURILOR

1) **Construcția grafică a unui unghi de aceeași mărime cu un unghi dat** se face ca în figura 2.7.

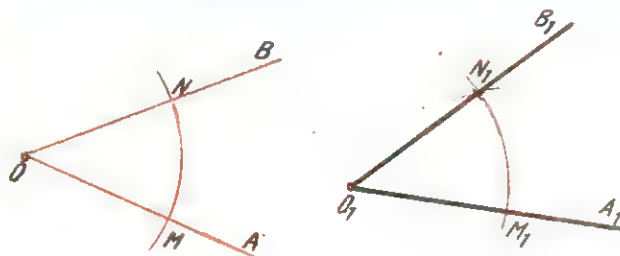


Fig. 2.7

**Se dă:** unghiul  $AOB$ .

**Se cere:** să se construiască un unghi de aceeași mărime cu unghiul  $AOB$  cu ajutorul compasului și riglei.

### Procedeu.

● Se trasează o semidreaptă  $O_1A_1$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează laturile unghiului  $AOB$  în punctele  $N$  și  $M$ .

● Cu aceeași deschidere a compasului și cu vârful în punctul  $O_1$  al semidreptei trasate, se trasează un arc de cerc care intersectează semidreapta în punctul  $M_1$ .

● Cu vârful compasului în  $M_1$  și cu deschiderea  $MN$  se intersectează arcul de cerc în punctul  $N_1$ .

● Se unește punctul  $O_1$  cu punctul  $N_1$  și se obține unghiul  $A_1O_1B_1$  care este de aceeași mărime cu unghiul  $AOB$  dat.

2) **Construcția unui unghi oarecare de aceeași mărime cu un unghi dat** se mai poate face prin metoda laturilor paralele sau perpendiculare, ca în figura 2.8.

**Se dau:** unghiul  $MON$  și poziția vîrfurilor  $O_1$  și  $O_2$  ale unghiurilor care urmează să se construiască.



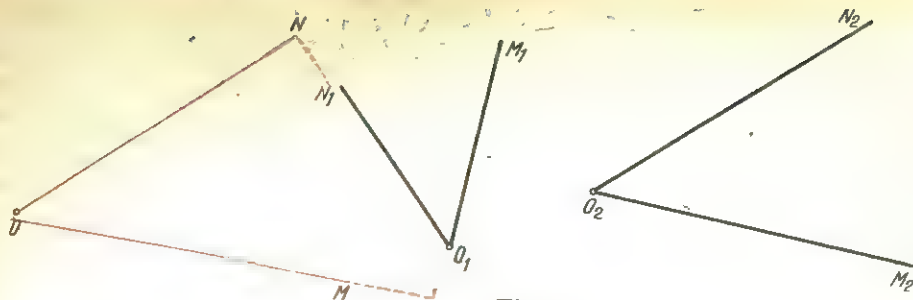


Fig. 2.8

**Se cere:** să se construiască două unghiuri de aceeași mărime cu unghiul  $MON$  dat (unghiul  $M_2O_2N_2$  — prin laturi paralele și unghiul  $M_1O_1N_1$  — prin laturi perpendiculare).

**Procedeu.**

● Prin punctul  $O_1$  se trasează perpendiculara  $O_1M_1$  pe latura  $OM$  a unghiului dat și perpendiculara  $O_1N_1$  pe latura  $ON$ .

● Prin punctul  $O_2$  se trasează paralela  $O_2M_2$  cu latura  $OM$  și paralela  $O_2N_2$  cu latura  $ON$  a unghiului dat și se obține:

$$\sphericalangle M_1O_1N_1 = \sphericalangle M_2O_2N_2 = \sphericalangle MON.$$

**Notă.** Paralelele și perpendicularele se trasează fie așa cum s-a arătat în figurile 2.1 și 2.2, fie cu ajutorul echerelor.

3) **Împărțirea unui unghi dat în două părți de aceeași mărime** se face ca în figura 2.9.

**Se dă:** unghiul  $SOR$ .

**Se cere:** să se împartă unghiul  $SOR$  în două părți de aceeași mărime cu ajutorul compasului și riglei.

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează laturile unghiului  $SOR$  în punctele  $U$  și  $V$ .

● Cu vârful compasului în punctele  $U$  și  $V$  și cu o deschidere mai mare ca jumătatea distanței  $UV$  se descriu două arce de cerc care se intersectează în punctul  $C$ .

● Se unește punctul  $O$  cu punctul  $C$  cu semidreapta  $OC$ , care împarte unghiul  $SOR$  în două unghiuri de aceeași mărime și care se numește *bisectoarea unghiului*.

4) **Împărțirea unui unghi dat în trei părți de aceeași mărime** se face ca în figura 2.10.

**Se dă:** unghiul drept  $POR$ .

**Se cere:** să se împartă unghiul  $POR$  în trei părți de aceeași mărime cu ajutorul compasului.

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere oarecare se trasează un arc de cerc care intersectează laturile unghiului în punctele  $E$  și  $F$ .

● Cu vârful compasului succesiv în punctele  $E$  și  $F$  și cu aceeași deschidere se descriu două arce de cerc care intersectează arcul  $EF$  în punctele  $C$  și respectiv  $D$ .

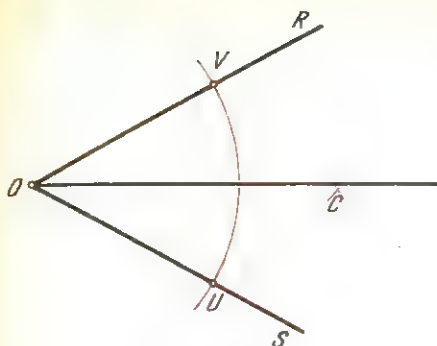


Fig. 2.9

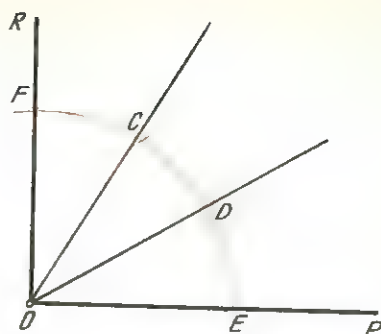


Fig. 2.10

● Se unește punctul  $O$  cu punctele  $C$  și  $D$ . Semidreptele  $OC$  și  $OD$  împart unghiul drept  $POR$  în trei unghiuri de aceeași mărime.

5) **Împărțirea unui unghi oarecare într-un număr de părți de aceeași mărime**, se face ca în figurile 2.11 și 2.12.

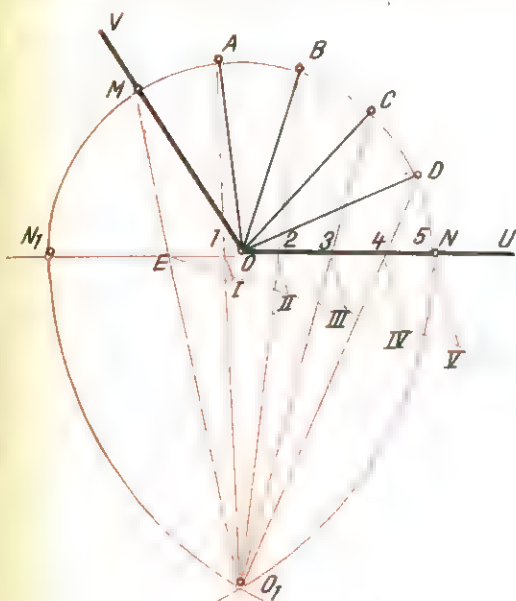


Fig. 2.11

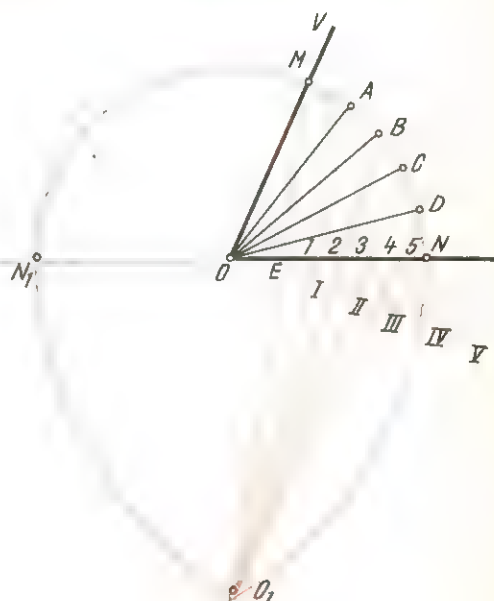


Fig. 2.12

**Se dau:** două unghiuri notate  $UOV$  (unul obtuz și unul ascuțit).

**Se cere:** să se împartă în cîte cinci părți de aceeași mărime.

**Procedeu.**

● Se prelungește latura  $UO$  ca pentru construirea unghiului suplementar.

● Cu virful compasului în virful unghiului  $O$  și cu o deschidere oarecare se trasează un semicerc care intersectează laturile unghiului în punctele  $N$  și  $M$ , iar prelungirea laturii  $UO$  în punctul  $N_1$ .



● Cu vârful compasului succesiv în punctele  $N$  și  $N_1$  și cu deschiderea cît diametrul semicercului trasat anterior se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul  $O_1$ .

● Se împarte segmentul  $EN$  în atîtea părți de aceeași lungime în cîte trebuie să se împartă unghiul (în cazul de față, cinci părți de aceeași mărime și se obțin segmentul  $EN$  punctele 1, 2, 3, 4 și 5.

● Se împarte segmentul  $EN$  în atîtea părți egale în cîte trebuie să se împartă unghiul (în cazul de față, cinci părți egale) și se obțin pe segmentul  $EN$  punctele 1, 2, 3, 4 și 5.

● Se unește punctul  $O_1$  cu aceste puncte și se prelungesc semidreptele pînă intersectează semicercul în punctele  $A, B, C$  și  $D$ .

● Se unesc aceste puncte cu vârful unghiului  $O$  și se obțin cinci unghiuri egale astfel:

$$\sphericalangle MOA = \sphericalangle AOB = \sphericalangle BOC = \sphericalangle COD = \sphericalangle DON$$

**Notă.** Se observă că atît la unghiul obtuz, cît și la unghiul ascuțit, procedeul este același.

## D. CONSTRUCȚIA TRIUNGHIIURILOR

1) **Construcția grafică a unui triunghi oarecare** se face în funcție de elementele care se dau și anume:

- laturile triunghiului;
- o latură și unghiurile adiacente;
- două laturi și unghiul cuprins între ele.

*Construcția unui triunghi este posibilă dacă este îndeplinită următoarea condiție între laturile triunghiului: suma a două laturi trebuie să fie mai mare decît cea de-a treia latură (condiția de existență a triunghiului).*

**Construcția grafică a unui triunghi oarecare cînd se cunosc lungimile celor trei laturi** se face ca în figura 2.13.

**Se dau:** cele trei laturi ale triunghiului,  $a, b, c$ .

**Se cere:** construcția unui triunghi oarecare.

**Procedeu.**

● Pe o dreaptă oarecare  $L$  se măsoară un segment egal cu una din laturi, de exemplu: latura  $a$ , ale cărei extremități se notează cu  $C$  și  $B$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $C$  și cu o deschidere cît latura  $b$  și apoi în punctul  $B$  și cu o deschidere cît latura  $c$  se descriu două arce de cerc, care se intersectează în punctul  $A$ .

● Se unește punctul  $A$  cu punctele  $B$  și  $C$  și se obține triunghiul  $ABC$  ale cărui laturi sînt laturile date.

Construcția grafică a unui triunghi oarecare în celelalte două situații arătate la începutul punctului 1 se face în mod similar, cu precizarea că trebuie construite și unghiurile date. În cazul cînd unghiurile sînt date grafic, construcția lor se

face ca în figurile 2.7, 2.8 sau 2.9, iar în cazul cînd mărimea unghiurilor este dată în grade, construcția lor se face cu raportorul.

2) **Construcția grafică a triunghiului dreptunghic** se rezolvă în funcție de elementele care se dau, și anume:

- ipotenuza și o catetă;
- ipotenuza și un unghi ascuțit;
- cele două catete.

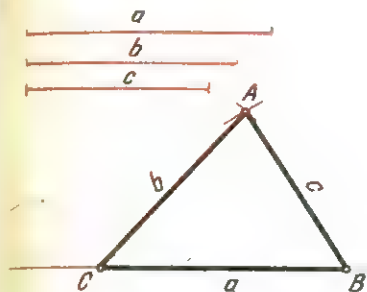


Fig. 2.13

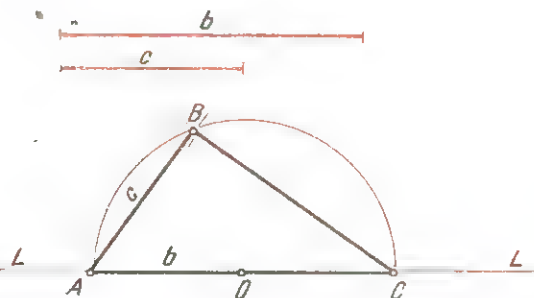


Fig. 2.14

**Construcția grafică a unui triunghi dreptunghic cînd se cunoaște ipotenuza și o catetă** se face ca în figura 2.14.

**Se dau:** ipotenuza  $b$  și cateta  $c$ .

**Se cere:** construcția grafică a unui triunghi dreptunghic.

**Procedeu.**

● Pe o dreaptă oarecare  $L$  se măsoară un segment cît mărimea ipotenuzei  $b$ , ale cărei extremități se notează cu  $A$  și  $C$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  (jumătatea ipotenuzei  $AC$ ) și cu o deschidere cît jumătate din ipotenuză se trasează un semicerc.

● Cu vârful compasului într-una din extremitățile ipotenuzei (de exemplu în  $A$ ) și cu o deschidere egală cu lungimea catetei date se intersectează semicercul în punctul  $B$ .

● Se unesc punctele  $A$  cu  $B$  și  $C$  cu  $B$  și se obține triunghiul dreptunghic cerut.

Construcția grafică a unui triunghi dreptunghic în celelalte două situații se face în mod similar, cu precizarea că trebuie construite și unghiurile date.

*Este recomandabil ca la construcția grafică a triunghiurilor dreptunghice să se folosească una dintre proprietățile triunghiurilor înscrise în cerc și anume: la toate triunghiurile înscrise în cerc, care au una din laturi de aceeași lungime cu diametrul cercului în care este înscris, unghiul opus acestei laturi este de  $90^\circ$ . Aceasta — pentru că un arc de cerc cuprins între laturile unui unghi cu vârful pe cerc măsoară un număr de grade de două ori mai mare decît unghiul.*



## E. CONSTRUCȚIA PATRULATERELOR

1) **Construcția grafică a paralelogramelor** se face așa cum este arătat în figura 2.15.

**Se dau:** latura  $BC$ , latura  $BA$  și unghiul  $ABC$  cuprins între ele.

**Se cere:** construcția grafică a paralelogramului.

**Procedeu.**

● Pe o dreaptă  $L$  se măsoară latura  $BA$  a paralelogramului.

● În extremitatea  $B$  se construiește un unghi egal cu unghiul dat (vezi fig. 2.7).

● Pe latura unghiului construit se măsoară din punctul  $B$  latura  $BC$  dată.

● Pe latura unghiului construit se măsoară din punctul  $B$  latura  $BC$  dată.

● Cu vârful compasului în punctul  $C$  și cu o deschidere cât latura  $BA$  și apoi cu vârful compasului în punctul  $A$  și cu o deschidere cât latura  $BC$ , se descriu două arce de cerc care se intersectează în punctul  $D$ .

● Se unește punctul  $D$  cu punctele  $C$  și  $A$  și se obține paralelogramul cerut.

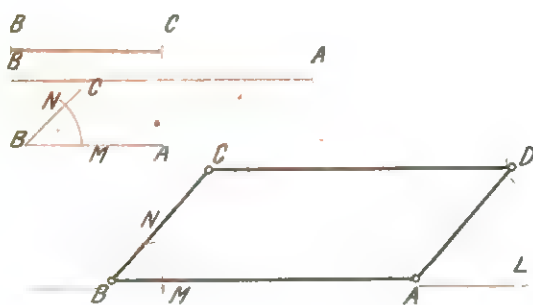


Fig. 2.15

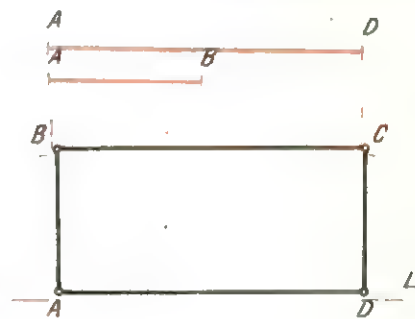


Fig. 2.16

2) **Construcția grafică a dreptunghiului** se face ca în figura 2.16.

**Se dau:** laturile  $AD$  și  $AB$ .

**Se cere:** construcția grafică a dreptunghiului.

**Procedeu.**

● Pe o dreaptă oarecare  $L$  se măsoară una din laturile dreptunghiului (de exemplu latura  $AD$ ).

● În punctele  $A$  și  $D$  se construiește câte o perpendiculară ca în figura 2.3.

● Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $D$  și cu o deschidere cât latura  $AB$  se intersectează perpendicularele trasate în punctele  $B$  și  $C$ .

● Se unesc punctele  $B$  cu  $C$  și se obține dreptunghiul dorit.

3) **Construcția grafică a trapezului isoscel** se face ca în figura 2.17.

**Se dau:** baza mare  $CF$ , baza mică  $DE$  și înălțimea  $GE$ .

**Se cere:** construcția grafică a unui trapez isoscel.

### Procedeu.

- Pe o dreaptă oarecare  $L$  se măsoară bază mare  $CF$  peste care se suprapune baza mică  $DE$  (segmentul  $CN$ ).
- Pe mijlocul  $G$  al segmentului  $NF$  se trasează o perpendiculară.
- Pe această perpendiculară se măsoară din punctul  $G$  înălțimea  $GE$  până în punctul  $E$ .
- Prin punctul  $E$  se trasează o paralelă la dreapta  $L$ , respectiv la segmentul  $CF$ .
- Din punctul  $E$  se măsoară pe această paralelă baza mică  $DE$  până în punctul  $D$ .
- Se unesc punctele  $CDEF$  și se obține trapezul isoscel căutat.

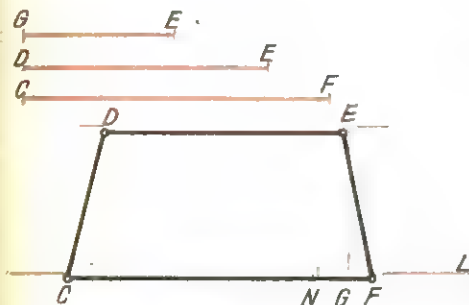


Fig. 2.17

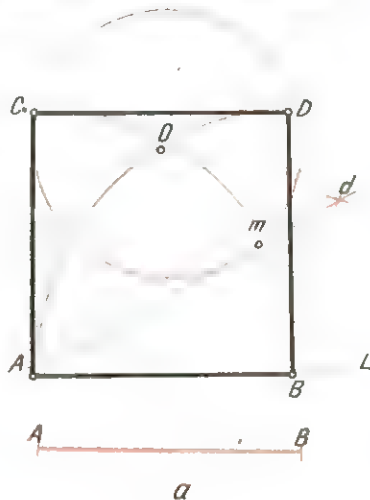


Fig. 2.18

4) **Construcția grafică a pătratului** se face ca în figura 2.18.

**Se dă:** latura  $AB$  a pătratului.

**Se cere:** construcția grafică a pătratului.

### Procedeu.

- Pe o dreaptă oarecare  $L$  se măsoară latura dată  $AB$ .
- Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  și cu o deschidere cit latura  $AB$  se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul  $O$ .
- Se determină jumătatea arcului de cerc  $OB$  care se notează cu  $m$ .
- Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere egală cu distanța  $Om$  se trasează un cerc care va intersecta arcele trasate din punctele  $A$  și  $B$  în punctele  $C$  și  $D$ .

● Se unesc punctele  $ABCD$  și se obține pătratul cerut.

5) **Construcția grafică a rombului** se face ca în figura 2.19.

**Se dau:** latura  $AB$  și unghiul ascuțit  $MAN$ .

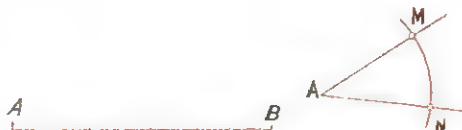
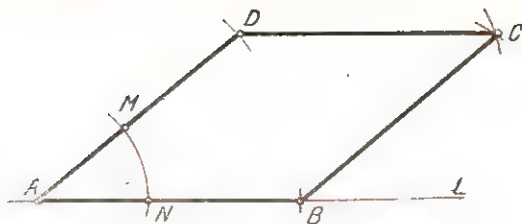
**Se cere:** construcția grafică a rombului.

### Procedeu.

- Pe o dreaptă  $L$  se măsoară latura dată  $AB$ .



Fig. 2.19



- La extremitatea  $A$  se construiește unghiul  $MAN$  după procedeul arătat în figura 2.7.
- Pe latura  $AM$  se măsoară o distanță  $AD = AB$ .
- Cu vârful compasului în punctele  $B$  și  $D$  și cu o deschidere cât latura  $AB$  se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul  $C$ .
- Se unesc punctele  $A B C D$  și se obține rombul cerut.

## F. CONSTRUCȚIA ȘI ÎMPĂRȚIREA CERCULUI. CONSTRUCȚIA POLIGOANELOR REGULATE

Construcția grafică a cercului se rezolvă în funcție de elementele care se dau, și anume:

- poziția centrului și raza sau diametrul cercului;
- două puncte situate pe cerc și raza cercului;
- trei puncte situate pe cerc;

1) **Construcția grafică a cercului care să treacă prin două puncte date** se face ca în figura 2.20.

**Se dau:** punctele  $M$  și  $N$ .

**Se cere:** construcția grafică a cercului ce trece prin punctele  $M$  și  $N$ .

**Procedeu.**

- Se unesc cele două puncte cu un segment de dreaptă.
- Pe mijlocul  $O$  al segmentului  $MN$  se trasează o perpendiculară în direcția în care dorim să se găsească centrul cercului (semidreapta  $OP$ ).
- Se marchează pe această perpendiculară un punct  $O_1$  la o distanță oarecare de segmentul  $MN$ .
- Cu vârful compasului în punctul  $O_1$  și cu o deschidere  $O_1M$  se descrie un cerc care va trece și prin punctul  $N$ . Dacă se iau pe semidreapta  $OP$  alte puncte alese arbitrar  $O_2, O_3$  etc., și cu deschiderea compasului  $O_2M, O_3M$  etc., vom descrie alte cercuri care îndeplinesc condiția de a trece prin cele două puncte  $M$  și  $N$ .

● **Observație.** Evident, condiția impusă este satisfăcută în primul rând de cercul care are centrul chiar în punctul  $O$ , deci pentru care  $MN$  este diametru.

Fig. 2.20

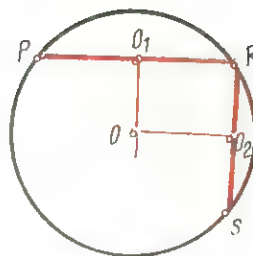
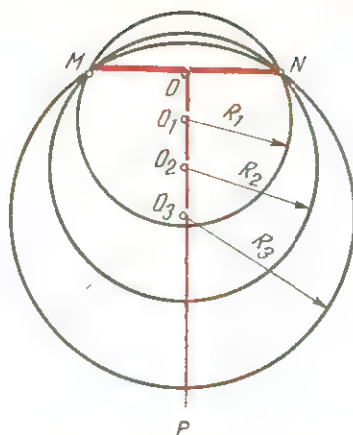


Fig. 2.21

Se observă că **problema de a construi un cerc care să treacă prin două puncte date este posibilă, dar are o infinitate de soluții.** Această situație este de fapt explicabilă dacă se ține seama că perpendiculara pe mijlocul unui segment de dreaptă este mediatoarea acestui segment, care se definește ca fiind locul geometric al tuturor punctelor egal depărtate de extremitățile segmentului.

2) **Construcția grafică a cercului care să treacă prin trei puncte date** se face ca în figura 2.21.

**Se dau:** punctele  $P$ ,  $R$  și  $S$ , necoliniare.

**Se cere:** să se construiască grafic cercul care trece prin punctele  $P$ ,  $R$  și  $S$ .

**Procedeu.**

● Se unesc punctele  $P$  cu  $R$  și  $R$  cu  $S$  cu segmente de dreaptă.

● Din punctele  $O_1$  și  $O_2$  care sînt mijloacele segmentelor  $PR$  și respectiv  $RS$  se trasează câte o perpendiculară (mediatoarea fiecărui segment), care se intersectează în punctul  $O$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $OP = OR = OS$  se trasează cercul cerut.

Se observă că, în cazul cînd se dau trei puncte, soluția de construcție a cercului este unică.

3) **Construcția grafică a tangentei la cerc într-un punct dat pe cerc** (fig. 2.22).

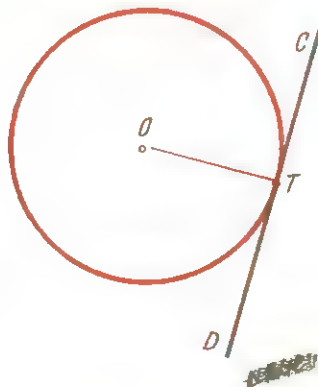


Fig. 2.22



**Se dau:** un cerc cu centrul în  $O$  și punctul de tangență  $T$ .

**Se cere:** tangenta la cerc în punctul  $T$ .

**Procedeu.**

● Se unește punctul  $T$  cu centrul cercului.

● În punctul  $T$  se construiește o perpendiculară  $CD$  pe raza  $OT$ . Perpendiculara este tangentă la cercul  $O$  în punctul dat  $T$ .

4) **Construcția grafică a tangentelor la un cerc duse dintr-un**

**punct exterior** (fig. 2.23).

**Se dau:** un cerc cu centrul în  $O$ , de rază  $R$  și punctul  $A$  exterior cercului.

**Se cer:** tangentele la cerc care pornesc din punctul  $A$ .

**Procedeu.**

● Se unește punctul  $A$  cu centrul cercului  $O$ .

● Prin metoda mediatoarelor, se împarte segmentul  $AO$  în două părți ale ( $\overline{AO_1} = \overline{O_1O}$ ).

● Din punctul  $O_1$  ca centru cu raza  $O_1A$ , se descrie un cerc care va tăia cercul cu centrul în  $O$  în două puncte  $B$  și  $C$ , care sînt punctele de tangență. Se unește punctul  $A$  cu  $B$  și cu  $C$  și se obțin cele două tangente ale cercului dat.

Fig. 2.23

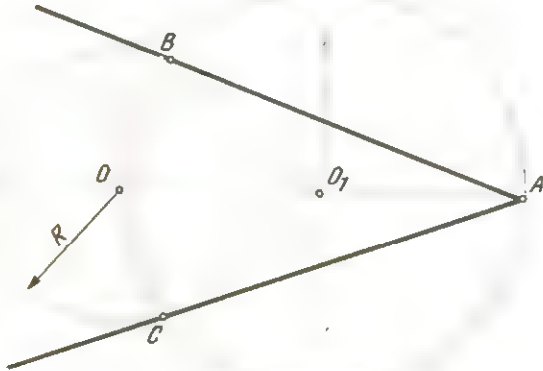
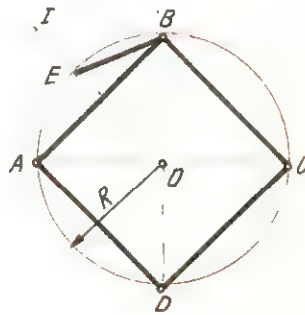


Fig. 2.24



5) **Împărțirea unui cerc în 8 arce egale** se face ca în figura 2.24.

**Se dă:** cercul de rază  $R$  cu centrul în  $O$ .

**Se cere:** să se împartă în 4 și în 8 arce egale.

**Procedeu.**

● Se trasează două diametre perpendiculare  $AC$  și  $BD$ , ale căror extremități împart cercul în patru arce egale. Unind aceste extremități se obține un poligon regulat înscris în cerc numit *pătrat* ( $ABCD$ ).

● Se împarte latura  $AB$  a pătratului (coarda  $AB$ ) și respectiv arcul  $AB$  în două părți egale și trăsînd semidreapta  $OI$  se obține, la intersecția acestuia cu arcul  $AB$ , punctul  $E$ . Segmentul  $EB$  împarte cercul în opt arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea segmentului  $EB$  pe cerc se obține un poligon regulat cu 8 laturi înscris în cerc, numit *octogon*.

6) **Împărțirea cercului în 3 și în 6 arce egale** se face ca în figura 2.25.

Se dă: cercul de rază  $R$  cu centrul în  $O$ .

Se cere: să se împartă în 3 și în 6 arce egale.

Procedeu.

● Se trasează un diametru oarecare  $AD$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $D$  și cu o deschidere egală cu raza cercului ( $DO$ ) se descrie un arc de cerc care intersectează cercul dat în punctele  $B$  și  $C$ . Punctele  $A$ ,  $B$  și  $C$  împart cercul în 3 arce egale. Unind aceste puncte se obține un *triunghi echilateral* înscris în cerc ( $ABC$ ).

● Cu vârful compasului în punctul  $A$  și cu o deschidere egală cu raza cercului ( $AO$ ) se descrie un arc de cerc care intersectează cercul dat în punctele  $E$  și  $F$ .

● Se unește punctul  $A$  cu  $F$ . Segmentul  $AF$  împarte cercul în 6 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea segmentului  $AF$  pe cerc se obține un poligon regulat cu 6 laturi înscris în cerc, numit *hexagon*.

7) **Împărțirea cercului în 5 și în 10 arce** se face ca în figura 2.26.

Se dă: cercul de rază  $R$  cu centrul în  $O$ .

Se cere: să se împartă în 5 și în 10 arce egale.

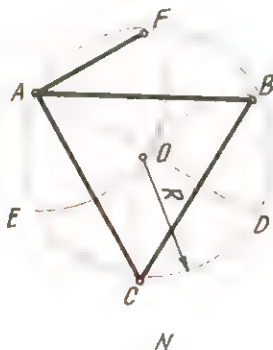


Fig. 2.25

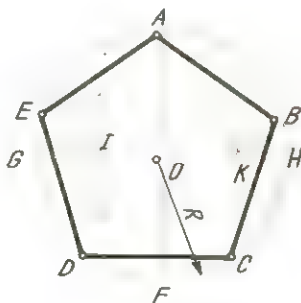


Fig. 2.26

Procedeu.

● Se trasează două diametre perpendiculare  $AF$  și  $GH$ .

● Se determină punctul  $I$  care este mijlocul razei  $GO$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $I$  și cu deschiderea  $IA$  se trasează un arc de cerc care intersectează raza  $OH$  în punctul  $K$ . Segmentul  $AK$  împarte cercul în 5 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea acestui segment pe cerc se obține un poligon regulat cu 5 laturi înscris în cerc, numit *pentagon* ( $ABCDE$ ).

● Segmentul  $OK$  obținut pe aceeași figură împarte cercul în 10 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea pe cerc a segmentului  $OK$  se obține un poligon regulat cu 10 laturi, înscris în cerc, numit *decagon*.

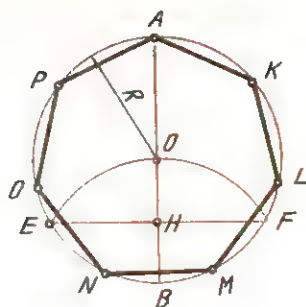
8) **Împărțirea cercului în 7 arce egale** se face ca în figura 2.27.

Se dă: cercul de rază  $R$  cu centrul în  $O$ .

Se cere: să se împartă acest cerc în 7 arce egale.



Fig. 2.27



**Procedeu.**

- Se trasează diametrul  $AB$ .
- Cu vârful compasului în punctul  $B$  și cu o deschidere egală cu raza cercului ( $OB$ ) se descrie un arc de cerc care intersectează cercul în punctele  $E$  și  $F$ .
- Se unesc punctele  $E$  și  $F$  și la intersecția acestui segment cu raza  $OB$  se obține punctul  $H$ . Segmentul  $EH$  împarte cercul în 7 arce egale. Unind punctele determinate prin măsurarea pe cerc a segmentului  $EH$  se obține un poligon regulat, înscris în cerc, numit *septagon* ( $AKLMNOP$ ).

9) **Împărțirea unui cerc într-un număr oarecare de arce egale** se face ca în figura 2.28.

Se dă: cercul de rază  $R$  cu centrul în  $O$ .

Se cere: împărțirea cercului în 11 arce egale.

**Procedeu.**

- Se trasează un diametru  $AB$ .
- Se împarte diametrul  $AB$  în 11 părți egale.
- Cu vârful compasului în punctul  $A$  și apoi în punctul  $B$  și cu o deschidere egală cu diametrul  $AB$  se descriu două arce de cerc care se intersectează în punctele  $C$  și  $D$ .
- Se unesc punctele  $C$  și  $D$  cu diviziunile cu număr par sau cu cele număr impar de pe diametrul  $AB$  cu semidrepte care se prelungesc până intersectează cercul în punctele  $E, F, \dots, N, P$ . Aceste puncte împart cercul în 11 arce egale. Unind aceste puncte se obține un poligon regulat cu 11 laturi înscris în cerc ( $AEFGHIKLMNP$ ).

Fig. 2.28

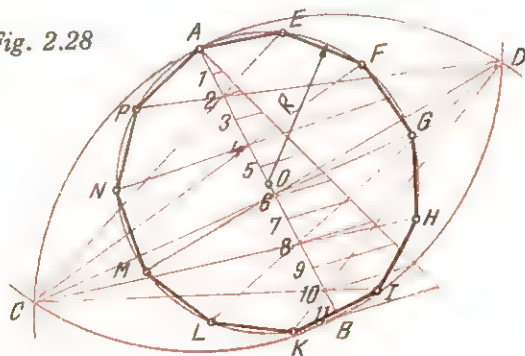


Fig. 2.29



10) **Determinarea centrului unui cerc sau al unui arc de cerc** se face ca în figura 2.29.

**Se dă:** un arc de cerc oarecare al cărui centru nu se cunoaște.

**Se cere:** aflarea centrului arcului de cerc pe cale grafică.

**Procedeu.**

- Se aleg pe cerc trei puncte  $A$ ,  $B$  și  $C$  la distanțe oarecare.
- Se unesc cele trei puncte cu câte un segment de dreaptă (coardele  $AB$  și  $BC$ ).
- Se construiește câte o perpendiculară pe mijlocul fiecărei coarde (media-toare) la intersecția cărora se obține punctul  $O$  care este centrul arcului de cerc dat.

## G. PROBLEME

1. Să se împartă segmentul de dreaptă  $AB$  de 7,5 cm în nouă segmente egale.
2. Se dă un unghi de  $75^\circ$ . Să se construiască cu compasul și rigla un unghi egal cu unghiul dat.
3. Se dă un unghi de  $83^\circ$ . Să se împartă în două unghiuri egale, cu ajutorul compasului și riglei.
4. Se dă un unghi de  $133^\circ$  și se cere să se împartă în șapte părți egale, folosind rigla și compasul.
5. Se dă un unghi de  $77^\circ$  și se cere să fie împărțit în 8 părți egale, folosind rigla și compasul.
6. Să se construiască un triunghi oarecare cunoscându-se cele trei laturi ale sale  $AB=4$  cm,  $BC=5$  cm și  $CA=7$  cm.
7. Să se construiască un triunghi oarecare cunoscându-se una din laturi  $AB=6$  cm și cele două unghiuri adiacente  $A=25^\circ$  și  $B=48^\circ$ .
8. Să se construiască un triunghi dreptunghic, cunoscându-se ipotenuza  $AC=7$  cm și cateta  $AB=5$  cm.
9. Să se construiască un hexagon regulat înscris într-un cerc cu raza de 2 cm.
10. Să se construiască un pentagon regulat înscris într-un cerc cu raza de 2,5 cm.
11. Să se construiască un poligon regulat cu nouă laturi, înscris într-un cerc cu raza de 3 cm.



## RACORDĂRI

Prin **racordare** se înțelege trecerea lină de la o dreaptă la altă dreaptă de la un arc de cerc la alt arc de cerc sau de la o dreaptă la un arc de cerc trecere care se realizează cu ajutorul arcelor de cerc.

Racordările se bazează pe proprietatea pe care o are o tangentă comună la două cercuri tangente, și anume: *tangentă este perpendiculară pe razele celor două cercuri, respectiv pe dreapta care unește centrele celor două cercuri*.

Pe baza acestei proprietăți rezultă următoarele două **reguli**:

— la racordarea unei drepte cu un arc de cerc, punctul de racordare ( $a$ ) se găsește la intersecția perpendicularei trasate din centrul cercului pe dreapta respectivă (fig. 3.1);

— la racordarea a două cercuri sau arce de cerc, punctul de racordare ( $a$ ) găsește pe dreapta care unește centrele celor două cercuri (fig. 3.2).

**Elementele unei racordări**, arătate în figura 3.3, sînt următoarele:

- centrul de racordare este centrul arcului de racordare;
- punctul de racordare este punctul de contact între elementele care se racordează;
- arc de racordare este arc de cerc cu care se face racordarea.



Fig. 3.1

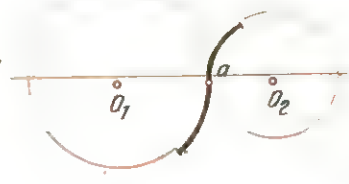


Fig. 3.2

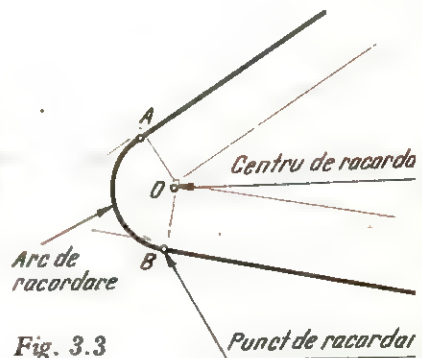


Fig. 3.3

## Ă. RACORDAREA A DOUĂ DREPTE

1) **Racordarea a două drepte cu un arc de cerc de rază dată** se face ca în figura 3.4.

**Se dau:** dreptele  $L_1$ ,  $L_2$  și raza cercului de racordare  $R$ .

**Se cere:** să se racordeze cele două drepte cu un arc de racordare de rază  $R$ .

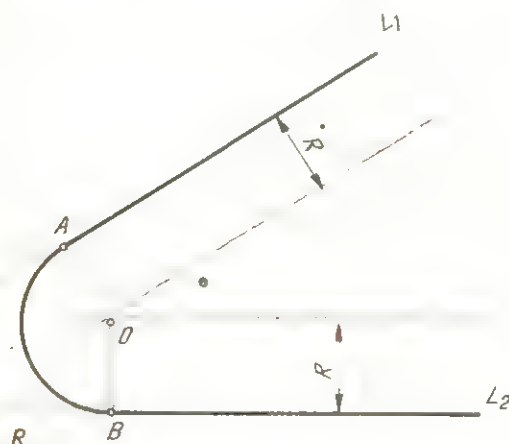


Fig. 3.4

### Procedeu.

● Se trasează câte o dreaptă paralelă la fiecare din cele două drepte date la distanța  $R$ , la intersecția cărora se găsește centrul de racordare  $O$ .

● Din centrul de racordare  $O$  se trasează câte o perpendiculară pe cele două drepte pe care le intersectează în punctele  $A$  și  $B$  și care sînt punctele de racordare.

● Cu vîrfurile compasului în centrul de racordare  $O$  și cu o deschidere  $OA = OB$  se trasează arcul de racordare  $AB$ .

2) **Racordarea a două drepte folosind metoda bisectoarei** se face ca în figura 3.5.

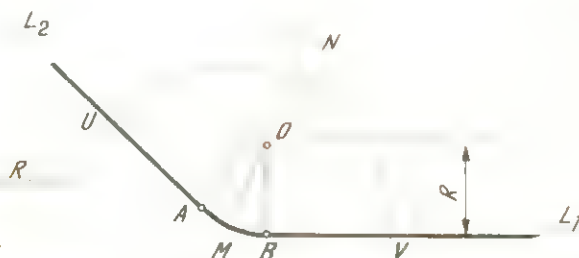


Fig. 3.5

**Se dau:** dreptele  $L_1$ ,  $L_2$  și raza cercului de racordare  $R$ .

**Se cere:** racordarea celor două drepte prin metoda bisectoarei.

### Procedeu.

● Se împarte unghiul format de cele două drepte în două părți de aceeași mărime, ca în fig. 2.9., și se trasează bisectoarea unghiului.

● Se trasează o dreaptă paralelă cu dreapta  $L_1$ , la distanța  $R$ , care intersectează bisectoarea unghiului în punctul  $O$ , care este centrul cercului de racordare.

● Se trasează din punctul  $O$  câte o perpendiculară pe cele două drepte dat și se obțin punctele  $A$  și  $B$  care sînt punctele de racordare.

● Din centrul de racordare  $O$  și cu deschiderea compasului  $OA = OB$ , se trasează arcul de racordare  $AB$ .

3) **Racordarea a două drepte perpendiculare cu un arc de cerc**

se face ca în figura 3.6.

**Se dau:** dreptele  $L_1$  și  $L_2$  și raza arcului de racordare  $R$ .

**Se cere:** să se racordeze cele două drepte cu arcul de racordare de rază  $R$   
**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul de intersecție a celor două drepte  $M$  și cu o deschidere egală cu raza dată  $R$  se trasează un arc de cerc care intersectează cele două drepte în punctele  $A$  și  $B$ , care sînt punctele de racordare.

● Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  și cu aceeași deschidere se trasează două arce de cerc care se intersectează în punctul  $O$ , care este centrul de racordare.

● Din centrul de racordare  $O$  și cu o deschidere de compas  $OA = OB$  se trasează arcul de racordare  $AB$ .

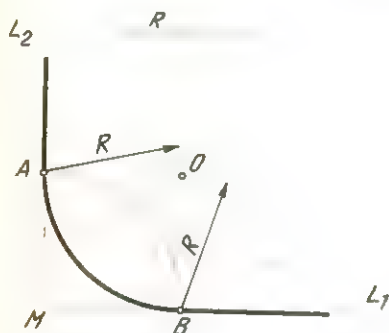


Fig. 3.6

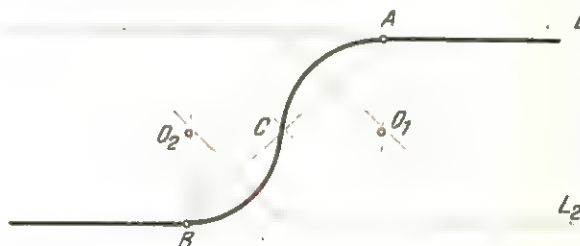


Fig. 3.7

4)

**Se dau:** dreptele  $L_1$  și  $L_2$  și punctele de racordare  $A$  și  $B$  situate fiecare pe câte o dreaptă.

**Se cere:** să se racordeze cele două drepte.

**Procedeu.**

● Se unesc punctele de racordare date cu un segment de dreaptă ( $AB$ ).

● Se împarte segmentul  $AB$  în două segmente egale  $CA = CB$ .

● Se trasează câte o perpendiculară la jumătatea fiecărui segment, în sens invers.



● Se trasează câte o perpendiculară din cele două puncte ( $A$  și  $B$ ) în așa fel ca fiecare să intersecteze câte una din cele două perpendiculare trasate anterior, obținându-se punctele  $O_1$  și  $O_2$ , care sînt centrele de racordare.

● Cu virful compasului în punctele  $O_1$  și  $O_2$  și cu deschiderea  $O_1A = O_1C = O_2B = O_2C$  se trasează cele două arce de racordare  $CA$  și  $CB$ .

## B. RACORDAREA UNEI DREPTE CU UN ARC DE CERC

1) **Racordarea unei drepte cu un cerc de raza dată.** se face ca în figura 3.8.

**Se dau:** dreapta  $D$  și cercul cu centrul în  $O_1$ , de rază  $R_1$ .

**Se cere:** să se racordeze dreapta  $A$  și cercul cu centrul în  $O_1$  cu arcul de racordare de rază  $R$ .

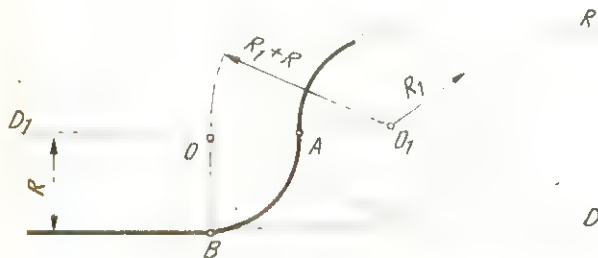


Fig. 3.8

### Procedeu.

● Se trasează o dreaptă  $D_1$  paralelă cu dreapta  $D$ , la o distanță egală cu  $R$ .

● Se ia în compas o dimensiune egală cu  $R_1 + R$  și din centrul  $O_1$  se trasează un arc de cerc care intersectează dreapta  $D_1$  în punctul  $O$ , care este centrul de racordare.

● Se unesc punctele  $O$  cu  $O_1$  și la intersecția cu cercul dat se obține punctul  $A$  (unul din punctele de racordare).

● Din punctul  $O$  se trasează o perpendiculară pe dreapta  $D$ , obținându-se punctul  $B$  (al doilea punct de racordare).

● Cu virful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $OA = OB$  se trasează arcul de racordare  $AB$ .

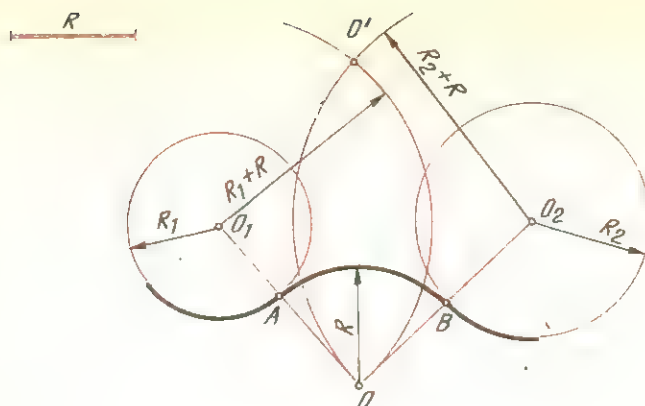
## C. RACORDAREA A DOUĂ CERCURI

1) **Racordarea a două cercuri cu raza dată.** se face ca în figura 3.9.

**Se dau:** cercurile cu centrele în  $O_1$  și  $O_2$  de raze  $R_1$  și respectiv  $R_2$  și raza  $R$  a arcului de cerc de racordare.

**Se cere:** racordarea celor două cercuri.

Fig. 3.9



**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în centrul  $O_1$  și cu o deschidere egală cu  $R_1 + R$  se trasează un arc de cerc.

● Cu vârful compasului în  $O_2$  și cu o deschidere egală cu  $R_2 + R$  se trasează alt arc de cerc. La intersecția celor două arce de cerc se obțin punctele  $O$  și  $O'$ , care sînt *centrele de racordare*.

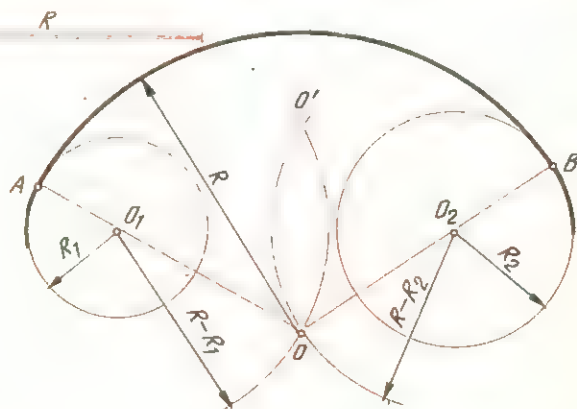
● Se unesc centrele  $O_1$  și  $O_2$  cu centrul de racordare  $O$  și la intersecția cu cele două cercuri date se obțin *punctele de racordare*  $A$  și  $B$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $OA = OB$  se trasează *arcul de racordare*  $AB$ .

Pentru ca rezolvarea problemei să fie posibilă este necesară o corelație între raza de racordare și distanța  $D$  dintre centrele cercurilor date și anume  $D \leq 2R + R_1 + R_2$ .

2) **Racordarea a două cercuri cu un arc de cerc de rază dată, tangențier interioară la cercurile date**, se face ca în figura 3.10.

Fig. 3.10



**Se dau:** cercurile cu centrele în  $O_1$  și  $O_2$  de raze  $R_1$  și respectiv  $R_2$  și raza arcului de racordare  $R$ .

**Se cere:** racordarea celor două cercuri.

### Procedeu.

● Cu vârful compasului în  $O_1$  și cu o deschidere egală cu  $R - R_1$  se trasează un arc de cerc.

● Cu vârful compasului în  $O_2$  și cu o deschidere egală cu  $R - R_2$  se trasează alt arc de cerc care intersectează arcul trasat anterior în punctele  $O$  și  $O'$  care sînt centrele de racordare.

● Se unește punctul  $O$  cu centrele cercurilor date  $O_1$  și  $O_2$  și se prelungesc segmentele pînă intersectează cercurile date în punctele  $A$  și  $B$ , care sînt punctele de racordare.

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $OA = OB = R$  se trasează arcul de racordare  $AB$ .

Pentru ca rezolvarea problemei să fie posibilă este necesară o corelație între raza de racordare și distanța  $D$  dintre centrele cercurilor date și anume:

$$D \leq 2R - R_1 - R_2.$$

### D. PROBLEME

Să se deseneze cu rigla și compasul, respectîndu-se regulile stabilite la racordări, piesele din figurile 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, dimensiunile fiind date în milimetri.

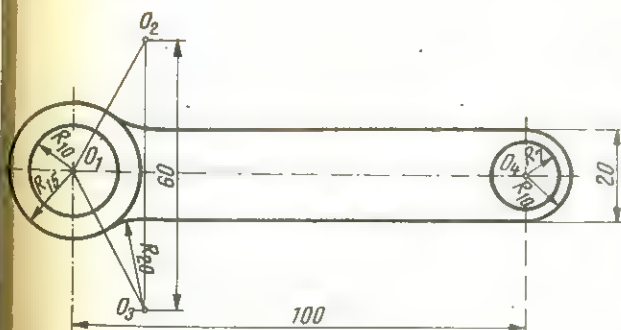


Fig. 3.11

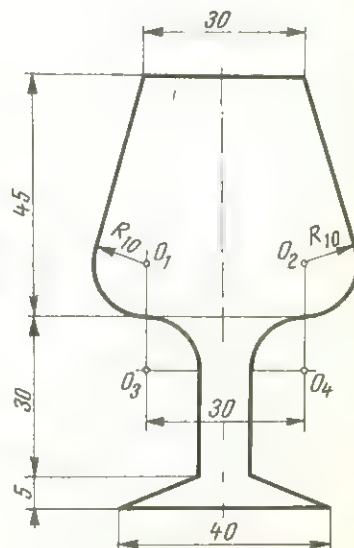


Fig. 3.12



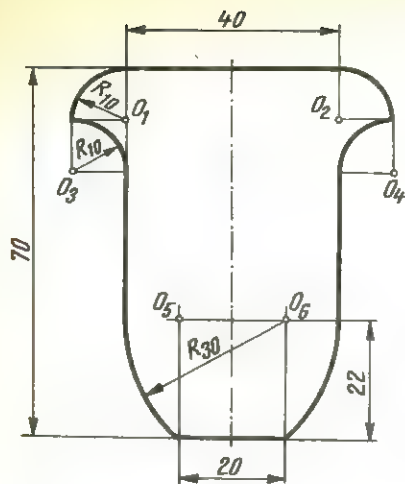


Fig. 3.13

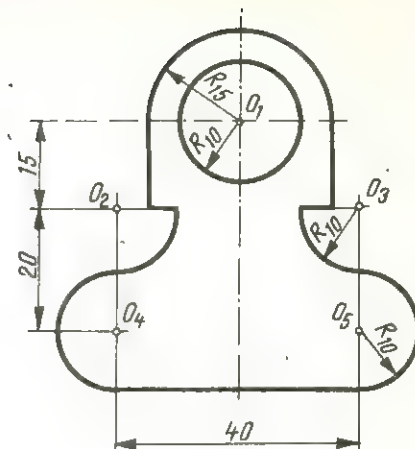


Fig. 3.14

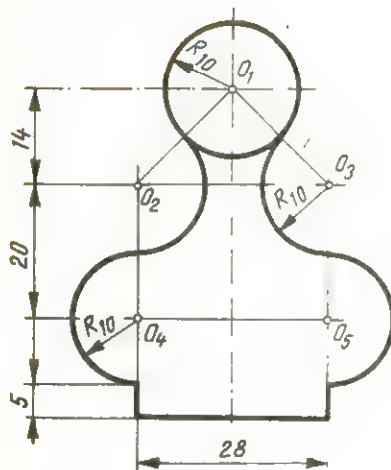


Fig. 3.15

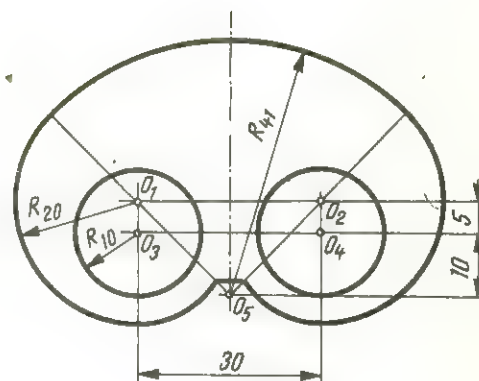


Fig. 3.16

## CONSTRUCȚIA CURBELOR GEOMETRICE PLANE

### A. CONSTRUCȚIA CURBELOR PLANE FORMATE DIN ARCE DE CERC

1) **Construcția ovoidului** se face ca în figura 4.1.

**Se dă:** axa mică a ovoidului  $AB$ .

**Se cere:** construcția unui ovoid avînd axa mică  $AB$ .

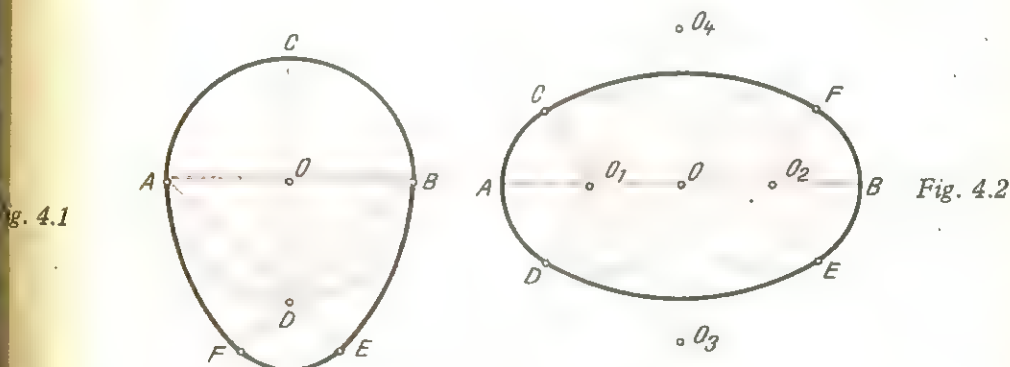
**Procedeu.**

● Se trasează cel de-al doilea diametru  $CD$  perpendicular pe diametrul  $AB$ .

● Se unesc punctele  $A$  și  $B$  cu punctul  $D$  prelungindu-se semidreptele  $AD$  și  $BD$ .

● Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  și cu o deschidere egală cu  $AB$  se trasează cite un arc de cerc care intersectează semidreptele  $AD$  și  $BD$  în punctele  $E$  și  $F$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $D$  și cu o deschidere  $DE = DF$  se trasează arcul de cerc  $FE$ , care completează ovoidul.



2) **Construcția ovalului** cînd se dă o axă mare se face ca în figura 4.2.

**Se dă:** axa mare a ovalului  $AB$ .

**Se cere:** construcția unui oval avînd axa mare  $AB$ .

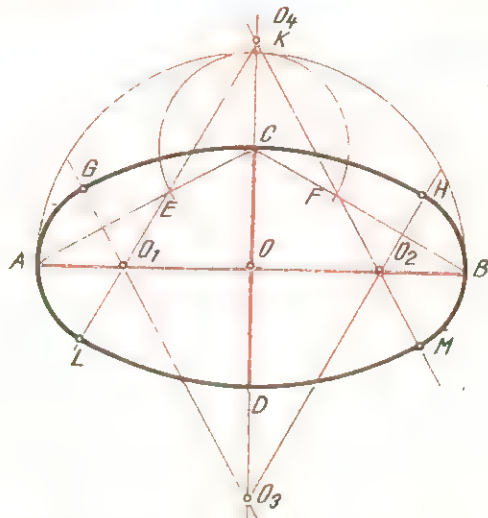
**Procedeu.**

● Se împarte axa mare  $AB$  în patru părți de aceeași lungime obținîndu-se punctele  $O_1$ ,  $O$  și  $O_2$ .

- Din punctele  $O_1$  și  $O_2$  ca centre și cu o deschidere de compas  $O_1O = O_2O$  se trasează două cercuri tangente în punctul  $O$ .
- Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  și cu o deschidere de compas  $AO_1 = BO_2$  se intersectează cercurile trasate în punctele  $C, D, E$  și  $F$ .
- Se unesc punctele astfel obținute cu centrele  $O_1$  și  $O_2$  prelungindu-se semidreptele pînă se intersectează în punctele  $O_3$  și  $O_4$ .
- Cu vârful compasului în punctele  $O_1$  și  $O_4$  și cu o deschidere de compas  $O_3C = O_3F = O_4D = O_4E$  se racordează cele două cercuri, obținându-se ovalul.

3) **Construcția ovalului cînd se dau ambele axe** se face ca în figura 4.3

Fig. 4.3



**Se dau:** cele două axe  $AB$  (axa mare) și  $CD$  (axa mică).

**Se cere:** construcția unui oval avînd axa mare  $AB$  și axa mică  $CD$ .

**Procedeu.**

● Se trasează cele două axe perpendiculare care se intersectează în punctul  $O$  și se unesc punctele  $A$  și  $B$  cu punctul  $C$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere de compas  $OA = OB$  se trasează un semicerc care intersectează prelungirea axei  $CD$  în punctul  $K$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $C$  și cu o deschidere de compas  $CK$  se trasează un arc de cerc care intersectează segmentele  $AC$  și  $BC$  în punctele  $E$  și respectiv  $F$ .

● Pe mijlocul segmentelor  $AE$  și  $BF$  se trasează cîte o perpendiculară care intersectează axa  $AB$  în punctele  $O_1$  și respectiv  $O_2$ , iar perpendicularele se intersectează în punctul  $O_3$ , pe prelungirea axei mici.

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $OO_3$  se determină pe segmentul  $OK$  punctul  $O_4$ .

● Se unesc punctele  $O_1$  și  $O_2$  cu punctul  $O_4$ , prelungindu-se cele două semidrepte în jos.



● Cu vârful compasului în punctele  $O_3$  și  $O_4$  și cu o deschidere  $O_3C - O_4D$  se trasează arcele de cerc  $GH$ , respectiv  $LM$ .

● Cu vârful compasului în punctele  $O_1$  și  $O_2$  și cu o deschidere  $O_1G - O_2H$  și  $O_2M - O_1L$  se trasează arcele de cerc  $GL$ , respectiv  $HM$  care vor trece prin punctele  $A$  și  $B$ , obținându-se ovalul cerut.

4) **Construcția spiralei cu două centre** se face ca în figura 4.4.

**Se dau:** dreapta  $L$  și centrele  $O_1$  și  $O_2$ . Se va ține seama că distanța între două spire (pasul spiralei) va fi de două ori mai mare decât distanța între centre.

**Se cere:** construcția spiralei cu două centre.

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în centrul  $O_1$  și cu o deschidere  $O_1O_2$  se trasează semicercul  $O_2S_1$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O_2$  și cu o deschidere  $O_2S_1$  se trasează semicercul  $S_1S_2$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O_1$  și cu o deschidere  $O_1S_2$  se trasează semicercul  $S_2S_3$  și așa mai departe, obținându-se spirala cu două centre.

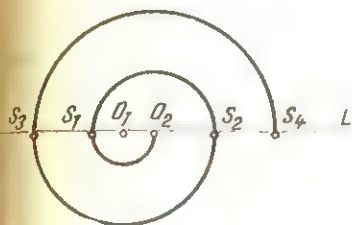


Fig. 4.4

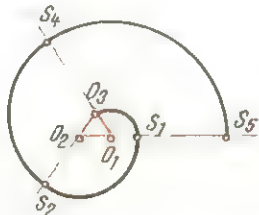


Fig. 4.5

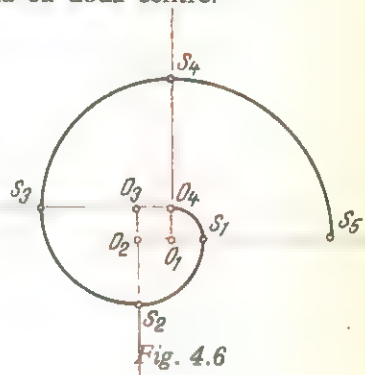


Fig. 4.6

5) **Construcția spiralei cu trei centre** se face ca în figura 4.5.

**Se dau:** centrele  $O_1$ ,  $O_2$  și  $O_3$  ca fiind vîrfurile unui triunghi echilateral.

**Se cere:** construcția spiralei cu trei centre.

**Procedeu.**

● Din cele trei vîrfuri (centre) se trasează câte o semidreaptă.

● Cu vârful compasului în centrul  $O_1$  și cu o deschidere  $O_1O_3$  se trasează arcul de cerc  $O_3S_1$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O_2$  și cu o deschidere  $O_2S_1$  se trasează arcul de cerc  $S_1S_2$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O_3$  și cu o deschidere  $O_3S_2$  se trasează arcul de cerc  $S_2S_3$  și așa mai departe, obținându-se spirala cu trei centre.

6) **Construcția spiralei cu 4 centre** se face ca în figura 4.6.

**Se dau:** centrele  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  și  $O_4$  ca fiind vîrfurile unui pătrat. Se va ține seama că pasul spiralei va fi de patru ori latura pătratului.

**Se cere:** construcția spiralei cu patru centre.

**Procedeu.**

● Din cele patru vîrfuri (centre) se trasează câte o semidreaptă.

● Cu vârful compasului în centrul  $O_1$  și cu o deschidere  $O_1O_4$  se trasează arcul de cerc  $O_4S_1$ .

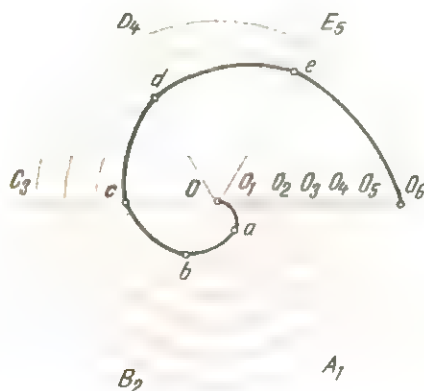
● Cu vârful compasului în centrul  $O_2$  și cu o deschidere  $O_2S_1$  se trasează arcul de cerc  $S_1S_2$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O_3$  și cu o deschidere  $O_3S_2$  se trasează arcul de cerc  $S_2S_3$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O_4$  și cu o deschidere  $O_4S_3$  se trasează arcul de cerc  $S_3S_4$  și așa mai departe, obținându-se spirala cu patru centre.

7) **Spirala lui Arhimede** este curba descrisă de către un punct care se deplasează pe un segment de dreaptă cu o viteză proporțională cu viteza de rotație a segmentului respectiv, în jurul unui capăt al său. De exemplu, segmentul  $OO_6$  se rotește în jurul punctului  $O$ , iar acesta se deplasează pe segment în punctele  $O_1O_2O_3O_4O_5O_6$  cu o viteză proporțională cu viteza de rotație. Punctul  $O$  descrie curba  $OabcdeO_6$ , care este *spirala lui Arhimede* (fig. 4.7).

Fig. 4.7



Construcția spiralei lui Arhimede se face ca în figura 4.7.

**Se dă:** segmentul  $OO_6$ .

**Se cere:** construcția spiralei lui Arhimede.

**Procedeu.**

● Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $OO_6$  se trasează un cerc.

● Se împarte segmentul  $OO_6$  (raza cercului) în șase părți egale, obținându-se punctele  $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5$  și  $O_6$ .

● Cu vârful compasului în centrul  $O$  și cu deschideri consecutive  $OO_1, OO_2, OO_3, OO_4, OO_5$  se trasează arce de cerc care intersectează razele cu indici corespondenți în punctele  $a, b, c, d$  și  $e$ .

● Se unesc punctele  $OabcdeO_6$  cu florarul și se obține spirala lui Arhimede.

## B. CONSTRUCȚIA PROFILURILOR MULURILOR

**Mulurile** sînt ornamente, de regulă în relief, care se folosesc pentru decorarea clădirilor, a mobilelor și uneori chiar în industrie, la turnarea unor piese ornamentale.

Profilul mulurilor este conturul unei secțiuni drepte (determinată de un plan perpendicular pe generatoarele mulurilor) și poate fi alcătuit din linii drepte, linii curbe sau linii mixte.

În alcătuirea profilurilor mulurilor, indiferent de complexitatea lor, se folosesc în general **șase profiluri clasice**, dintre care **trei profiluri simple** (sfertul de cerc, cavetul și torul) și **trei profiluri compuse** (scotia, dusina și talonul).

1) **Construcția sfertului de cerc** se face ca în figura 4.8.

**Se dă:** înălțimea profilului  $OA = a$ .

**Procedeu.**

- Se construiește un pătrat  $CAOB$ , avînd latura egală cu înălțimea profilului  $OA$ .

- Cu vîrfurile compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere egală cu  $OA$  se trasează un arc de cerc între cele două vîrfuri opuse ale pătratului  $A$  și  $B$ .

- Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

2) **Construcția cavetului** se face ca în figura 4.9.

**Se dă:** înălțimea profilului  $CA = a$ .

**Procedeu.**

- Se construiește un pătrat  $OACB$ , avînd latura egală cu înălțimea profilului  $AC$ .

- Cu vîrfurile compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere egală cu  $CA$  se trasează un arc de cerc între cele două vîrfuri opuse ale pătratului  $A$  și  $B$ .

- Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

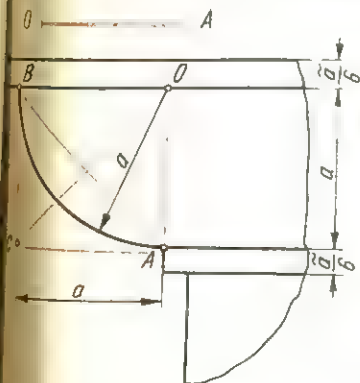


Fig. 4.8

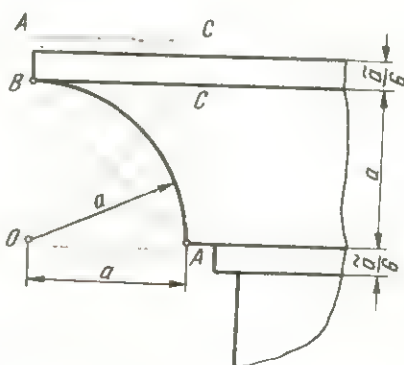


Fig. 4.9

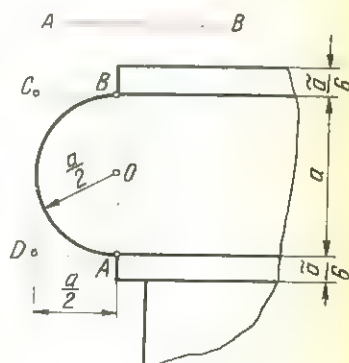


Fig. 4.10



3) **Construcția torului** se face ca în figura 4.10.

Se dă: înălțimea profilului  $AB = a$ .

**Procedeu.**

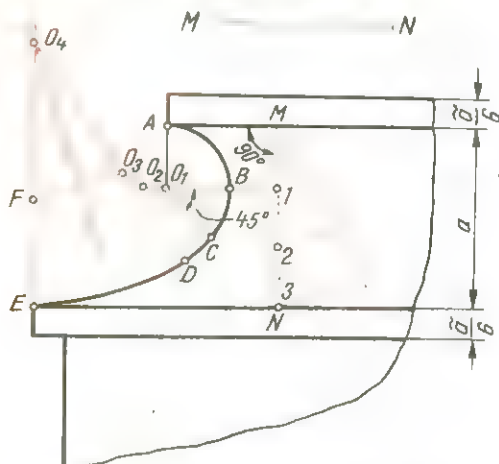
● Se construiește un dreptunghi  $ADCB$  având latura mare verticală egală cu înălțimea profilului  $AB$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$ , care marchează jumătatea laturii  $AB$  și cu o deschidere egală cu  $OA = OB$  se trasează un arc de cerc între punctele  $A$  și  $B$ .

● Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesitate.

4) **Construcția scotiei** se face ca în figura 4.11.

Fig. 4.11



Se dă: înălțimea profilului  $MN = a$  și cele două puncte  $A$  și  $E$  situate de-a lungul a două linii paralele trasate la o distanță egală cu înălțimea profilului.

**Procedeu.**

● Se împarte înălțimea  $MN$  a profilului în trei părți egale.

● Prin punctul 1 se trasează o perpendiculară pe segmentul  $MN$  care intersectează în punctul  $O_1$  paralela la segmentul  $MN$  trasată în punctul  $A$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O_1$  și cu o deschidere egală cu  $O_1A$  se trasează un arc de cerc care intersectează segmentul  $O_1A$  în punctul  $B$ .

● Se împarte segmentul  $O_1B$  în trei părți egale și se prelungește cu o treime până în punctul  $O_2$ .

● Din punctul  $O_1$  se trasează o semidreaptă la  $45^\circ$  față de segmentul  $O_1E$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O_2$  și cu o deschidere  $O_2B$  se trasează arcul de cerc  $BC$ .

● Se unește punctul  $C$  cu punctul  $O_2$  și pe prelungirea acestui segment se marchează punctul  $O_3$  la o distanță egală cu  $O_2O_1$ .

● Din punctul  $E$  se trasează o paralelă la segmentul  $MN$ , pe care se marchează punctul  $F$  la o distanță egală cu  $O_3C$ .

● Se unește punctul  $O_3$  cu punctul  $F$ , iar pe mijlocul acestui segment se trasează o perpendiculară care intersectează prelungirea segmentului  $EF$  în punctul  $O$ .

- Se unește punctul  $O_4$  cu  $O_3$  și se prelungește segmentul în jos.
- Cu vârful compasului în punctul  $O_3$  și cu o deschidere  $O_3C$  se trasează arcul de cerc  $CD$ .

- Cu vârful compasului în punctul  $O_4$  și cu o deschidere  $O_4D$  se trasează arcul de cerc  $DE$ , completându-se astfel profilul scotiei.

- Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe sau necesități.

5) **Construcția dusinei** se face ca în figura 4.12.

**Se dă:** înălțimea profilului  $BD = a$ .

**Procedeu.**

- Se construiește un pătrat  $CADB$ , având latura egală cu înălțimea profilului,  $BD$ , căruia i se trasează cele două diagonale, determinându-se punctul lor de intersecție  $O$ .

- Cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere cât jumătatea diagonalei pătratului  $OA = OB$ , se trasează un cerc.

- Din punctele  $A$  și  $B$  și cu aceeași deschidere se marchează pe cerc punctele  $O_1$  și  $O_2$ .

- Cu vârful compasului în punctele  $O_1$  și  $O_2$  și cu o deschidere  $O_1A = O_1O = O_2B = O_2O$  se trasează cele două arce de cerc  $AO$  și  $OB$  care formează dusina.

- Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

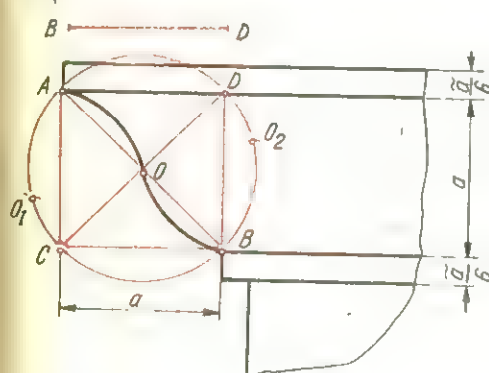


Fig. 4.12

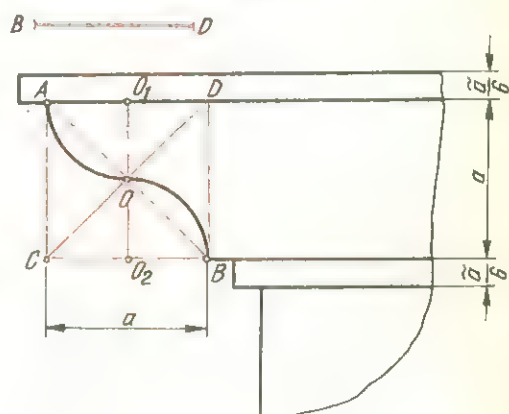


Fig. 4.13

6) **Construcția talonului** se face ca în figura 4.13.

**Se dă:** înălțimea profilului  $BD = a$ .

**Procedeu.**

- Se construiește un pătrat  $CADB$ , având latura egală cu înălțimea profilului,  $BD$ , căruia i se trasează cele două diagonale, determinându-se punctul lor de intersecție  $O$ .

- La jumătatea laturilor  $AD$  și  $CB$  se trasează o perpendiculară pe aceste două laturi, determinându-se punctele  $O_1$  și  $O_2$ .

- Cu vârful compasului în punctele  $O_1$  și  $O_2$  și cu o deschidere  $O_1A = O_1O = O_2B = O_2O$  se trasează cele două arce de cerc care formează talonul.
- Se completează apoi profilul cu linii drepte, după preferințe și necesități.

### C. CONSTRUCȚIA ARCELOR DE BOLTĂ

Arcele de boltă sînt părțile curbe de deasupra golurilor lăsate în zidări pentru uși, ferestre, porți, poduri etc.

Elementele arcelor de boltă sînt (fig. 4.14):

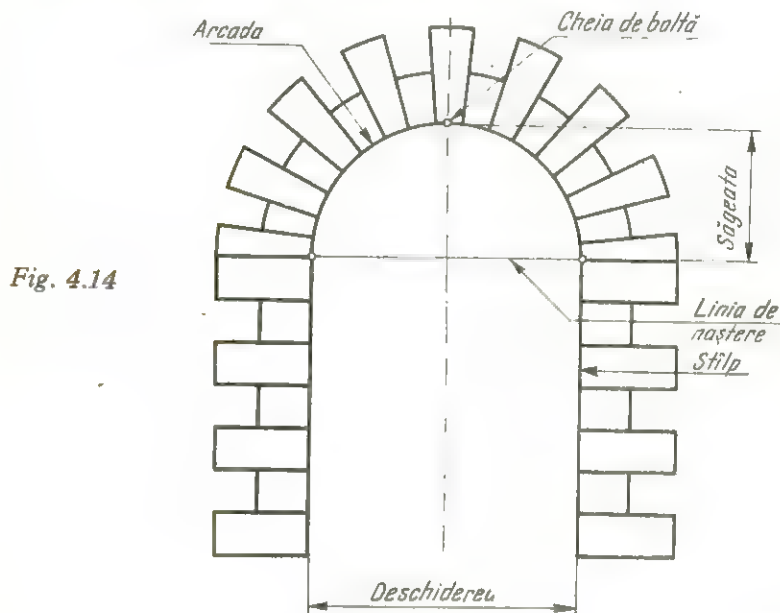


Fig. 4.14

- arcada, care este partea curbă a arcului de boltă;
- stîlpii sau picioarele, care sînt cele două ziduri verticale pe care se sprijină arcada;
- linia de naștere, care este linia care unește cele două puncte de racordare între arcadă și stîlpi;
- deschiderea arcului de boltă, care este distanța dintre stâlpi măsurată pe linia de naștere;
- înălțimea sau săgeata arcului de boltă, care este distanța de la linia de naștere la punctul cel mai înalt al arcadei (cheia de boltă).

Cele mai des întîlnite arce de boltă sînt: arcul plin cintru, arcul mîner de coș, arcul ogivă și arcul rampant.



1) **Construcția arcului plin cintru** se face ca în figura 4.15.

**Se dă:** deschiderea arcului  $AB$ .

**Procedeu.**

● Pe o dreaptă oarecare  $L$  se marchează deschiderea arcului  $AB$ , căreia i se determină mijlocul  $O$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O$ , și cu o deschidere egală cu  $OA = OB$  se trasează arcul plin cintru.

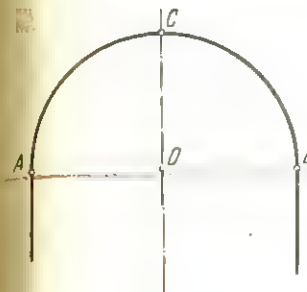


Fig. 4.15

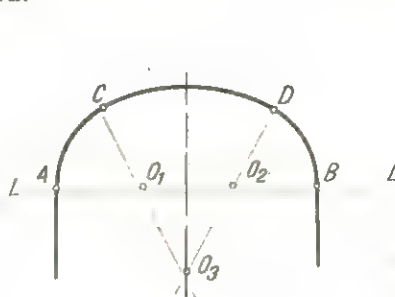


Fig. 4.16

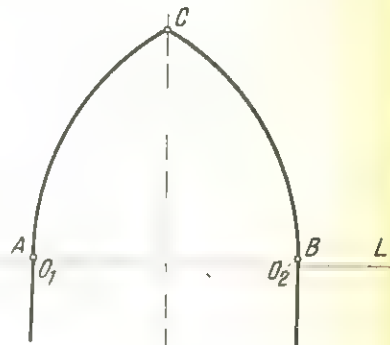


Fig. 4.17

2) **Construcția arcului minier de coș** se face ca în figura 4.16.

**Se dă:** deschiderea arcului  $AB$ .

**Procedeu.**

● Pe o dreaptă oarecare  $L$  se marchează deschiderea arcului  $AB$ , care se împarte în trei părți egale determinându-se punctele  $O_1$  și  $O_2$ .

● Se construiește triunghiul echilateral  $O_1O_2O_3$ , punctul  $O_3$  fiind situat pe axa de simetrie a arcului.

● Cu vârful compasului în punctul  $O_1$  se trasează arcul de cerc  $AC$ , punctul  $C$  fiind situat pe prelungirea  $O_3O_1$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O_2$  se trasează arcul de cerc  $BD$ , punctul  $D$  fiind situat pe prelungirea  $O_3O_2$ .

● Cu vârful compasului în punctul  $O_3$  se racordează cele două arce de cerc trasate cu arcul de cerc  $CD$ , completându-se arcul minier de coș.

3) **Construcția arcului ogivă echilaterală** se face ca în figura 4.17.

**Se dă:** deschiderea arcului  $AB$ .

**Procedeu.**

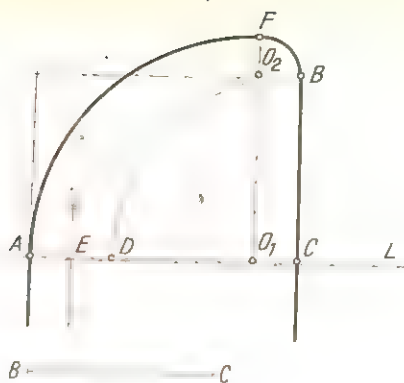
● Pe o dreaptă oarecare  $L$  se marchează deschiderea arcului  $AB$  la mijlocul căruia se trasează axa de simetrie a arcului.

● Cu vârful compasului în punctele  $A$  și  $B$  ca centre și cu o deschidere egală cu  $AB$ , se trasează cele două arce de cerc  $AC$  și  $BC$ , care se intersectează în punctul  $C$  și care formează arcul ogivă echilaterală.

4) **Construcția arcului rampant** se face ca în figura 4.18.

**Se dă:** deschiderea arcului  $AC$  și diferența de nivel  $BC$  între cele două puncte ale liniei de naștere.

Fig. 4.18



**Procedeu.**

- Pe o dreaptă oarecare  $L$  se marchează deschiderea  $AC$  a arcului, iar pe perpendiculara trasată din punctul  $C$  se marchează diferența de nivel  $BC$ .
- Cu vârful compasului în punctul  $C$  și cu o deschidere  $CB$  se trasează un arc de cerc care intersectează deschiderea  $AC$  în punctul  $D$ .
- Se împarte segmentul  $AD$  în două părți egale, determinându-se punctul  $E$ .
- Se măsoară distanța  $AE$  din punctul  $C$ , determinându-se punctul  $O_1$ .
- Din punctul  $O_1$  se trasează o perpendiculară pe  $AC$ , iar din punctul  $B$  o perpendiculară pe  $BG$ , care se intersectează în punctul  $O_2$ .
- Cu vârful compasului în punctul  $O_1$  se trasează arcul de cerc  $AF$ , iar cu vârful compasului în punctul  $O_2$  se trasează arcul de cerc  $FB$ , care completează arcul rampant.

## NOȚIUNI DE DESEN PROIECTIV

### A. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

**Desenul de proiecție** studiază metodele și mijloacele cu ajutorul cărora obiectele din spațiu (puncte, drepte, plane sau corpuri cu trei dimensiuni) pot fi reprezentate pe un plan (hîrtia de desen).

Dacă se consideră un plan oarecare  $P$ , în spațiu, și un punct  $A$ , tot în spațiu, între planul  $P$  și ochiul unui observator, se observă că raza vizuală care pleacă din ochiul observatorului și trece prin punctul  $A$  atinge planul  $P$  în punctul  $a$  (fig. 5.1).

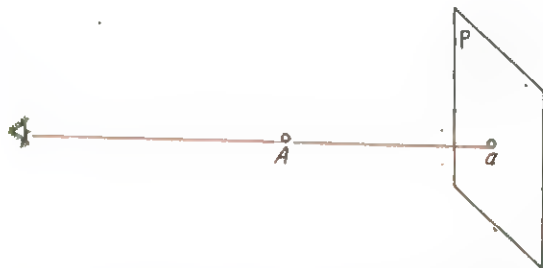


Fig. 5.1

Operația efectuată pentru obținerea proiecției se numește **proiectare**.

Elementele metodei sînt următoarele:

- planul  $P$ , numit *plan de proiecție*;
- segmentul  $Aa$ , numit *proiectantă*;
- punctul  $a$ , numit *proiecția punctului  $A$  pe planul  $P$* .

### B. SISTEME DE PROIECȚIE

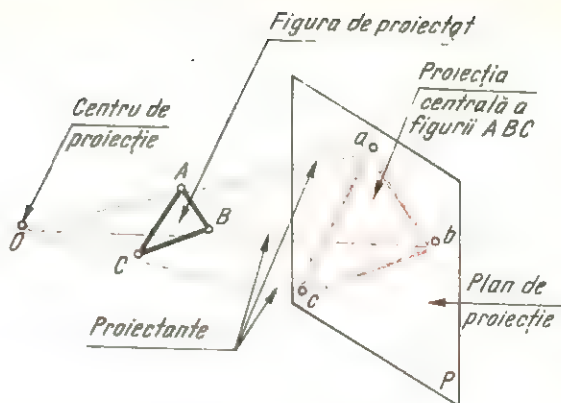
Proiecția obiectelor din spațiu pe un plan se poate realiza prin două sisteme de proiecție, definite mai jos.

**Proiecția centrală sau conică:** toate proiectantele trec printr-un punct situat la o distanță finită de planul de proiecție, denumit *centru de proiecție* (fig. 5.2).

**Proiecția paralelă sau cilindrică:** centrul de proiecție este considerat la o distanță infinită, proiectantele fiind în acest caz paralele între ele (fig. 5.3).

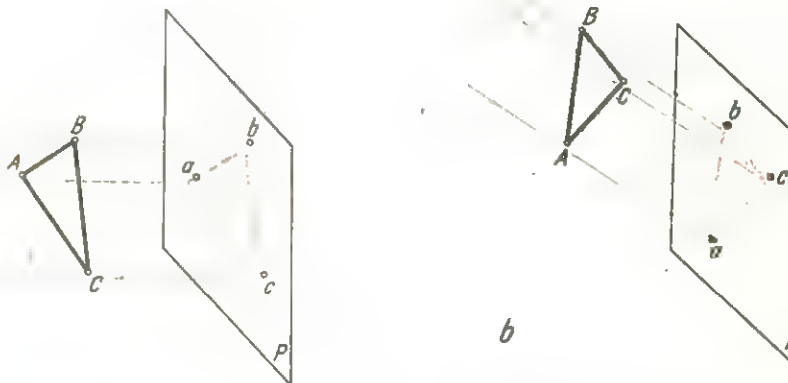


Fig. 5.2



În cazul proiecției paralele sau cilindrice, proiectantele pot să fie perpendiculare pe planul de proiecție, și în acest caz se obține *proiecția cilindrică dreap sau ortogonală* (fig. 5.3, a), sau pot avea diferite înclinații și atunci se obține *proiecția cilindrică oblică* (fig. 5.3, b).

Fig. 5.3



## C. REPREZENTAREA PUNCTULUI

### 1. Reprezentarea pe un plan de proiecție

1) **Reprezentarea punctului pe un plan de proiecție** se face ca în figura 5.4.

**Se dau:** punctul  $A$  și planul  $P$ .

**Se cere:** proiecția punctului  $A$  pe planul  $P$ .

**Procedeu.**

Din punctul  $A$  se trasează o perpendiculară pe planul  $P$  (proiectantă), la intersecția căreia se obține punctul  $a$ , care este proiecția punctului  $A$ .

Se observă că unui punct oarecare în spațiu îi corespunde o singură proiecție, care se află la intersecția proiectantei cu planul de proiecție.

Fig. 5.4

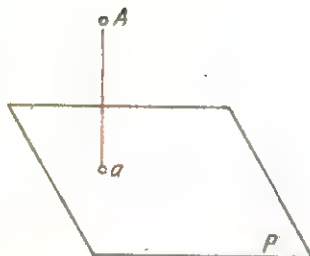
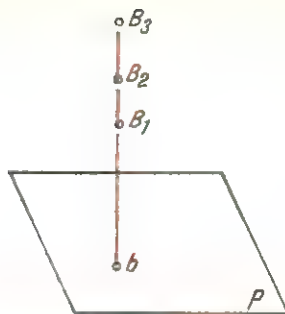


Fig. 5.5



2) Dacă se dă un punct  $b$  situat într-un plan oarecare  $P$ , ca fiind proiecția unui punct, pentru a se determina punctul în spațiu se trasează o perpendiculară (proiectantă) pe planul  $P$  din punctul  $b$ . Cunoșcându-se principiul metodei proiecțiilor, se observă că pe proiectanta punctului  $b$ , punctul se poate afla în oricare din pozițiile  $B_1, B_2, B_3$  etc.

În această situație se poate trage concluzia că intrucât unei proiecții a unui punct pe un plan îi corespund o infinitate de puncte în spațiu, punctul în spațiu nu este determinat în mod univoc în cazul proiecției pe un plan (fig. 5.5).

## 2. Reprezentarea pe două plane de proiecție

1) Reprezentarea punctului pe două plane de proiecție se face ca în figura 5.6.

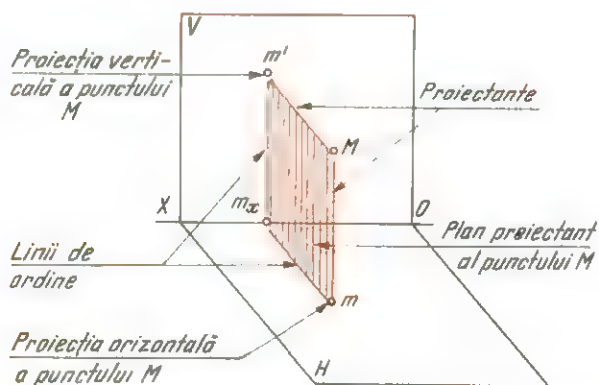


Fig. 5.6

**Se dau:** două plane de proiecție — un plan orizontal  $H$  și un plan vertical  $V$  — perpendiculare între ele, desenate în perspectivă și care se intersectează după axa  $OX$ . Se dă de asemenea punctul  $M$  situat în spațiu.

**Se cer:** proiecțiile punctului  $M$  pe cele două plane de proiecție.

**Procedeu.** Din punctul  $M$  se trasează câte o perpendiculară pe cele două plane, pe care le intersectează în punctele  $m$  și  $m'$ , care sînt proiecțiile punctului  $M$  pe cele două plane de proiecție. Proiectantele  $Mm$  și  $Mm'$ , concurente în punctul  $M$ , determină un plan care este perpendicular pe cele două plane de proiecție, pe care le intersectează după segmentele  $m'm_x$  și  $mm_x$ .

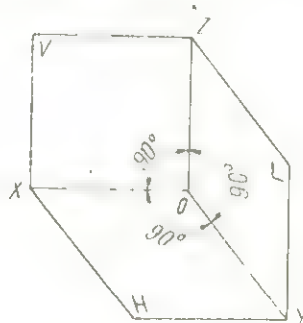
Planul astfel determinat se numește *plan proiectant* al punctului  $M$ , iar urmelé acestuia pe cele două plane (segmentele  $m'_x$  și  $mm_x$ ) se numesc *linii de ordine*. Planul proiectant și liniile de ordine sînt perpendiculare pe axa  $OX$ .

2) **Dacă se dau cele două proiecții ale aceluiași punct pe două plane de proiecție, pentru a determina punctul în spațiu** se face operația inversă proiectării și la intersecția proiectantelor trasate din cele două proiecții se obține punctul în spațiu. În această situație se poate trage concluzia că celor două proiecții pe două plane de proiecție le corespunde un singur punct în spațiu, punctul în spațiu fiind determinat în mod univoc.

### 3. Reprezentarea pe trei plane de proiecție

Pentru reprezentarea cît mai fidelă a obiectelor se folosesc, de regulă, trei plane de proiecție, principiile de proiectare fiind aceleași ca și în cazul unui singur plan sau a două plane de proiecție. Astfel, la cele două plane (orizontal și vertical) se mai adaugă cel de-al treilea plan (lateral), ca în figura 5.7. Cele trei plane de proiecție, perpendiculare între ele, formează **triedrul de proiecție**.

Fig. 5.7



Dreapta de intersecție a planelor orizontal ( $H$ ) și vertical ( $V$ ) se notează cu  $OX$  și se numește *axa  $OX$* .

Dreapta de intersecție a planelor orizontal ( $H$ ) și lateral ( $L$ ) se notează cu  $OY$  și se numește *axa  $OY$* .

Dreapta de intersecție a planelor vertical ( $V$ ) și lateral ( $L$ ) se notează cu  $OZ$  și se numește *axa  $OZ$* .

*Punctul de intersecție a celor trei axe se numește originea axelor.*

a. **Reprezentarea în perspectivă.** Dacă se dă un punct  $A$  situat în spațiu și se cere să fie reprezentat pe cele trei plane de proiecție (fig. 5.8, a), se trasează câte o perpendiculară (proiectantă) din punctul  $A$  pe fiecare din cele trei plane de proiecție date, proiecțiile punctului  $A$  găsindu-se la intersecția proiectantelor cu planele de proiecție, respectiv în punctele  $a$ ,  $a'$  și  $a''$ .

Proiectantele fiind concurente în punctul  $A$  determină, două câte două, cele trei plane proiectante ale punctului  $A$ , astfel:



—  $Aaa_y a'$  este planul proiectant al punctului  $A$  perpendicular pe planele orizontal și lateral și paralel cu planul vertical;

—  $Aa'_x a$  este planul proiectant al punctului  $A$  perpendicular pe planele orizontal și vertical și paralel cu planul lateral;

—  $Aa''_z a'$  este planul proiectant al punctului  $A$  perpendicular pe planele vertical și lateral și paralel cu planul orizontal.

*Intersecțiile planelor proiectante cu planele de proiecție se numesc linii de ordine.*

În cazul de mai sus, liniile de ordine sînt segmentele  $aa_x$ ,  $aa_y$ ,  $a'a_x$ ,  $a'a_z$ ,  $a''a_y$  și  $a''a_z$ .

**6. Reprezentarea în epură.** Pentru a avea cele trei proiecții ale punctului în același plan se procedează după cum se arată în figura 5.8, b.

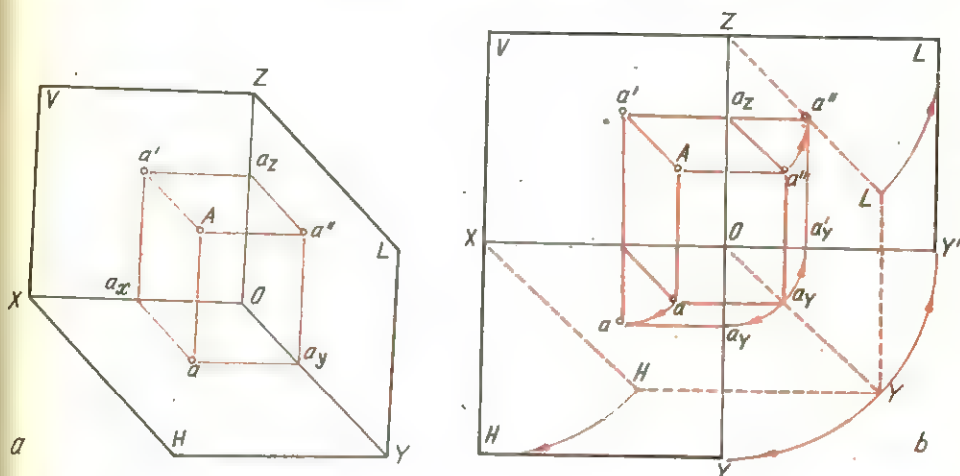


Fig. 5.8

● Se rotește planul orizontal ( $H$ ) în jurul axei  $OX$  pînă ajunge în același plan cu planul vertical ( $V$ ), respectiv în prelungirea acestuia.

● Se rotește planul lateral ( $L$ ) în jurul axei  $OZ$  pînă ce acesta ajunge în același plan cu planele vertical și orizontal.

Odată cu rotirea planelor orizontal și lateral în jurul axelor  $OX$  și respectiv  $OZ$ , se rotesc și proiecțiile punctului  $A$ , iar liniile de ordine de pe planul orizontal și lateral se vor așeza în același plan cu cele din planul vertical și vor fi în prelungirea acestora, deci proiecțiile punctului  $A$ , două cite două, vor fi pe aceeași linie de ordine. De asemenea, prin rotirea planelor, axa  $OY$  va fi în prelungirea axei  $OZ$ , iar axa  $OY'$  va fi în prelungirea axei  $OX$ .

*Operația de rotire a planelor de proiecție se numește rabatare.*

*Reprezentarea punctului cînd planele de proiecție au fost rabătute se numește epură.*

**Coordonatele punctului** sînt distanțele de la punctul situat în spațiu la fiecare dintre cele trei plane de proiecție (fig. 5.9, a și 5.9, b).

Astfel:

— distanța de la punct la planul lateral ( $Nn'$ ) se numește *abscisă*; ea se măsoară pe axa  $OX$  și se notează cu  $X$ ;

— distanța de la punct la planul vertical ( $Nn'$ ) se numește *depărtare*; ea se măsoară pe axa  $OY$  și se notează cu  $Y$ ;

— distanța de la punct la planul orizontal ( $Nn$ ) se numește *cotă*; ea se măsoară pe axa  $OZ$  și se notează cu  $Z$ .

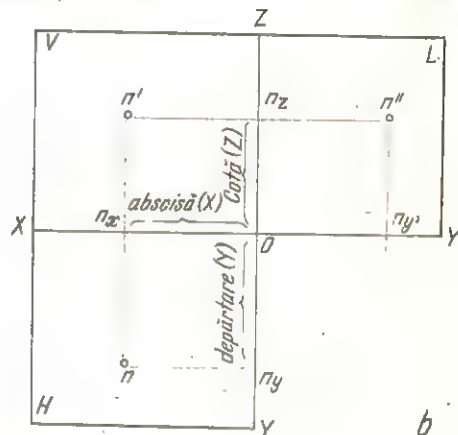
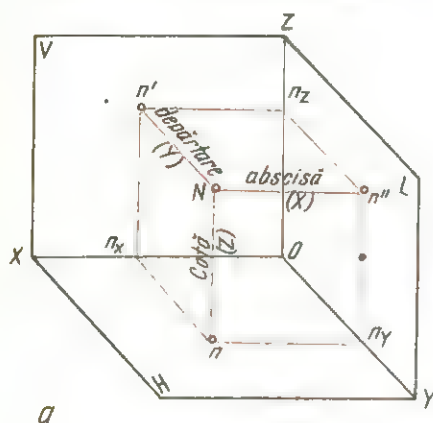


Fig. 5.9

#### 4. Modul de rezolvare a problemelor de reprezentare a unui punct pe cele trei plane de proiecție.

a. Reprezentarea unui punct oarecare  $D$  pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, cînd se cunosc cele trei coordonate  $X, Y, Z$ , se face ca în figurile 5.10, a și 5.10, b. De exemplu, coordonatele punctului  $D$  sînt (3, 2, 4), adică abscisa este de 3 unități, depărtarea este de 2 unități, iar cota este de 4 unități.

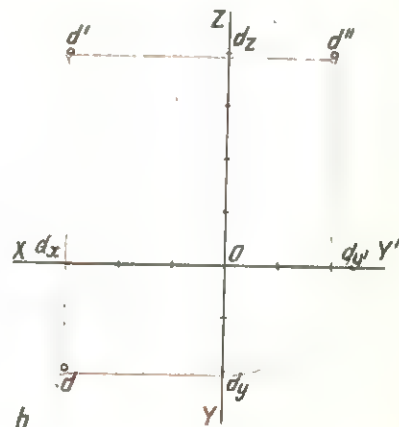
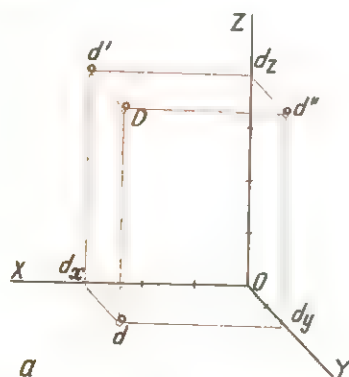


Fig. 5.10

1) **Reprezentarea punctului în perspectivă** se face ca în figura 5.10, a, astfel:

- se măsoară pe axa  $OX$  3 unități și se obține punctul  $d_x$ , prin care se trasează liniile de ordine pe planul orizontal și pe planul vertical, paralele cu axele  $OY$  și  $OZ$ ;

- se măsoară pe axa  $OY$   $2 \cdot \frac{1}{2}$  unități și se obține punctul  $d_y$ , prin care se trasează liniile de ordine pe planul orizontal și pe planul lateral, paralele cu axele  $OX$  și  $OZ$ ;

- se măsoară pe axa  $OZ$  4 unități și se obține punctul  $d_z$ , prin care se trasează liniile de ordine pe planul vertical și pe planul lateral, paralele cu axele  $OX$  și  $OY$ ;

- la intersecția liniilor de ordine pe cele trei plane se află cele trei proiecții ale punctului  $D$ , care se notează cu  $d$  pe planul orizontal, cu  $d'$  pe planul vertical și cu  $d''$  pe planul lateral.

2) Pentru **determinarea punctului  $D$  în spațiu**:

- se trasează câte o perpendiculară (proiectantă) pe fiecare dintre cele trei plane de proiecție, din cele trei proiecții ale punctului  $D$  pe cele trei planuri, respectiv din  $d$ ,  $d'$  și  $d''$ ;

- la intersecția celor trei proiectante se obține punctul  $D$  în spațiu.

○ **Regulă.** Conform STAS 613-79, în triedrul de proiecție desenat în perspectivă coordonatele se vor măsura în mărime naturală pe axele  $OX$  și  $OZ$  și la scara  $1/2$  pe axa  $OY^*$ . În epură, toate coordonatele se regăsesc în adevărata lor mărime.

3) **Reprezentarea aceluiași punct în epură** se face ca în figura 5.10, b, astfel:

- se măsoară pe axa  $OX$  3 unități și se obține punctul  $d_x$ , prin care se trasează liniile de ordine pe planele vertical și orizontal. Acestea vor fi în prelungire și vor fi paralele cu axele  $OY$  și  $OZ$ ;

- se măsoară pe axa  $OY$  2 unități și se obține punctul  $d_y$ , prin care se trasează linia de ordine pe planul orizontal paralelă cu axa  $OX$ ;

- cu vârful compasului în punctul  $O$  și cu o deschidere  $Od_y$  se trasează un arc de cerc care intersectează axa  $OY'$  în punctul  $d_{y'}$ , care va fi la aceeași distanță de punctul  $O$  ca și punctul  $d_y$ ;

- din punctul  $d_{y'}$  se trasează linia de ordine pe planul lateral;

- se măsoară pe axa  $OZ$  4 unități și se obține punctul  $d_z$ , prin care se trasează liniile de ordine pe planele vertical și lateral. Acestea vor fi în prelungire și paralele cu axele  $OX$  și  $OY'$ ;

- la intersecția liniilor de ordine pe cele trei plane de proiecție se obțin cele trei proiecții ale punctului  $D$  și anume: proiecția  $d$  în planul orizontal, proiecția  $d'$  în planul vertical și proiecția  $d''$  în planul lateral.

b. **Analiza coordonatelor unui punct în poziții particulare.** Din analiza coordonatelor unui punct pot rezulta unele concluzii care înlesnesc rezolvarea problemelor de reprezentare a punctelor.

Această reprezentare poartă numele de *frontal-dimetrie*.

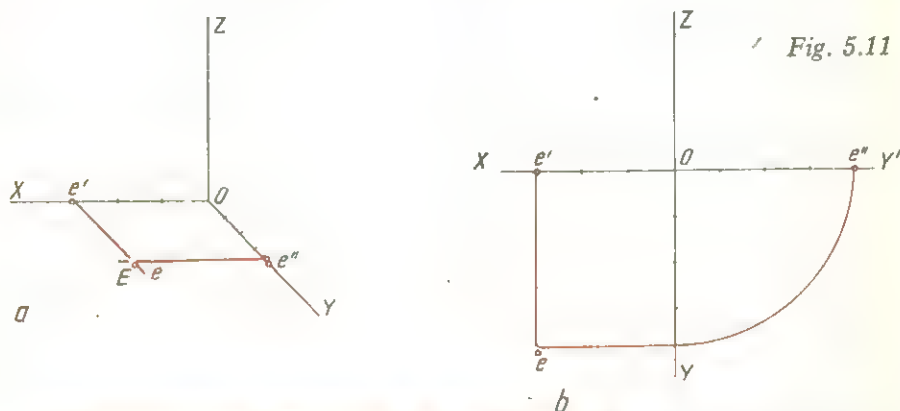


Dacă se analizează punctele:  $A(4, 3, 0)$ ;  $B(0, 0, 3)$ ;  $C(0, 0, 0)$ , se observă că:  
 — punctul  $A$  are cota de valoare zero. Întrucît cota este distanța de la punct la planul orizontal, înseamnă că punctul  $A$  se află în planul orizontal;

— punctul  $B$  are abscisa și depărtarea de valoare zero. Întrucît abscisa este distanța la planul lateral, iar depărtarea — distanța la planul vertical, înseamnă că punctul  $B$  se află la intersecția celor două plane, respectiv pe axa  $OZ$ ;

— punctul  $C$  are toate cele trei coordonate de valoare zero, adică distanțele la cele trei plane de proiecție sînt zero. În această situație înseamnă că punctul se află în intersecția celor trei plane, adică în punctul de origine a axelor, care este singurul punct comun celor trei plane de proiecție.

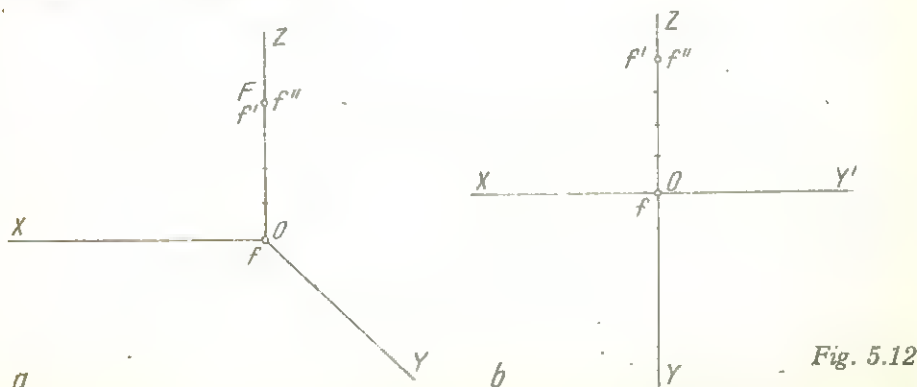
Modul de rezolvare a reprezentării punctului în poziții particulare este exemplificat în figurile 5.11,  $a$  și 5.11,  $b$  pentru punctul  $E(3,4,0)$ , și în figurile 5.12,  $a$  și 5.12,  $b$  pentru punctul  $F(0,0,4)$ , coordonatele fiind date în centimetri.



1) **Reprezentarea punctului de cotă zero** (fig. 5.11,  $a$  și 5.11,  $b$ ).

Se dă: punctul  $E$  de coordonate  $(3,4,0)$ .

**Procedeu.** Se observă că punctul  $E$ , avînd cota de valoare zero, se află în planul orizontal, proiecțiile lui pe planele verticale ( $e'$ ) și lateral ( $e''$ ) fiind pe axele  $OX$ , respectiv pe  $OY$ , iar proiecția pe planul orizontal ( $e$ ) se află în același loc cu punctul  $E$ .



2) **Reprezentarea punctului cu abscisa și depărtarea zero** (fig. 5.12, a și 5.12, b).

**Se dă:** punctul  $F$  de coordonate  $(0,0,4)$ .

**Procedeu.** În cazul punctului  $F$ , care are abscisa și depărtarea de valoare zero, se observă că punctul se află pe axa  $OZ$ , proiecțiile lui pe planele vertical ( $f'$ ) și lateral ( $f''$ ) fiind în același loc cu punctul  $F$ , iar proiecția pe planul orizontal se află în originea axelor.

## 5. PROBLEME

1. Să se discute poziția punctelor  $S(4,0,2)$ ;  $P(0,1,3)$ ;  $R(3,0,0)$ ;  $U(0,3,0)$ .
2. Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, punctele:  $E(4,1,0)$ ;  $F(0,4,1)$ ;  $G(1,0,4)$ ;  $K(0,0,4)$ ;  $L(4,0,0)$ ;  $M(0,4,0)$ ;  $N(1,2,3)$ ;  $P(3,2,1)$ ;  $R(4,4,4)$ , coordonatele fiind date în centimetri.

## D. REPREZENTAREA DREPTEI PE PLANELE DE PROIECȚIE

Pentru reprezentarea unei drepte pe cele trei plane de proiecție este suficient să fie reprezentate două puncte de pe dreaptă, adică extremitățile unui segment de dreaptă. Deci, reprezentarea dreptei se reduce la reprezentarea a două puncte (extremitățile unui segment) așa cum s-a arătat la punctul  $C$ , după care se unesc proiecțiile de același fel pe același plan, obținându-se proiecțiile segmentului.

**O dreaptă poate avea față de planele de proiecție următoarele poziții:**

- paralelă cu unul din planele de proiecție și înclinată față de celelalte două plane de proiecție;
- paralelă cu două plane de proiecție și perpendiculară pe cel de-al treilea plan de proiecție;
- înclinată față de toate cele trei plane de proiecție.

### 1. DREPTE PARALELE CU UN PLAN DE PROIECȚIE

1) **Dreapta paralelă cu planul orizontal** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planul orizontal, avînd aceeași cotă. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele  $A(4,2,3)$  și  $B(2,4,3)$ , este arătată în figurile 5.13, a și 5.13, b. Se observă că segmentul  $AB$  se proiectează în adevărata mărime pe planul orizontal, cu care este paralel, și cu mărimi mai mici pe celelalte două plane, față de care este înclinat.

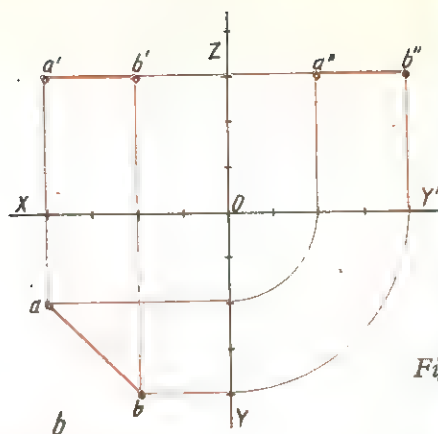
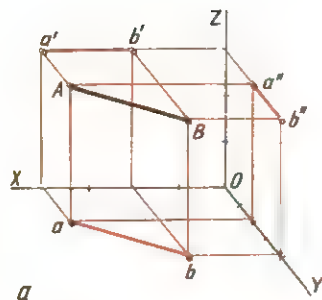


Fig. 5.13

2) **Dreapta paralelă cu planul vertical** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planul vertical, avînd aceeași depărtare. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele  $C(4,3,2)$  și  $D(2,3,4)$ , este arătată în figurile 5.14, a și 5.14, b. Se observă că segmentul  $CD$  se proiectează în adevărata mărime pe planul vertical, cu care este paralel, și cu mărimi mai mici pe celelalte două plane, față de care este înclinat.

Fig. 5.14

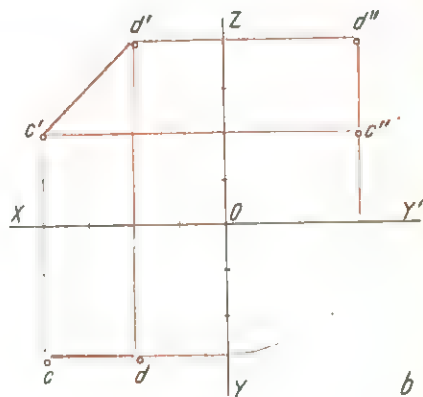
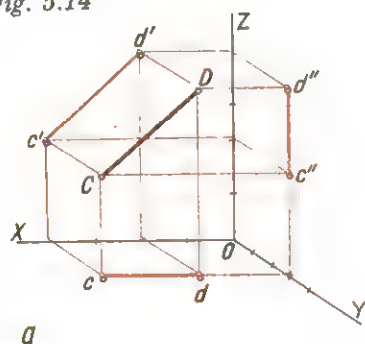
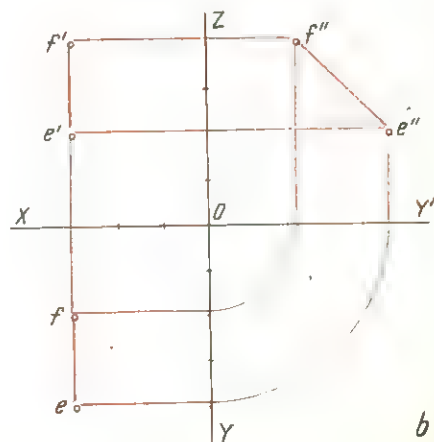
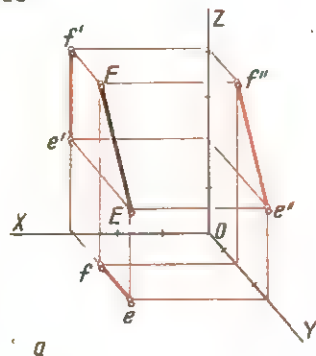


Fig. 5.15





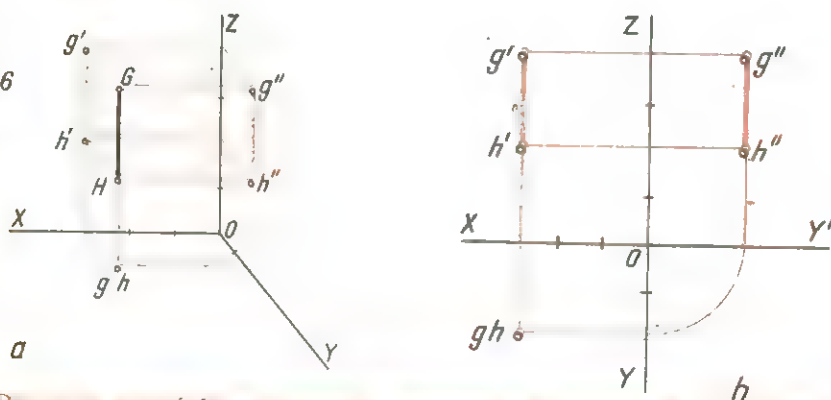
3) **Dreapta paralelă cu planul lateral** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planul lateral, avînd aceeași *abscisă*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele  $E(3,4,2)$  și  $F(3,2,4)$  este arătată în figurile 5.15, *a* și 5.15, *b*. Se observă că segmentul  $EF$  se proiectează în adevărata mărime pe planul lateral, cu care este paralel și cu mărimi mai mici pe celelalte două plane, față de care este înclinat.

5.13

## 2. DREPTE PARALELE CU DOUĂ PLANE DE PROECȚIE

1) **Dreapta paralelă cu planul vertical și lateral și perpendiculară pe planul orizontal** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele vertical și lateral, avînd aceeași *abscisă* și aceeași *depărtare*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele  $G(3,2,4)$  și  $H(3,2,2)$ , este arătată în figurile 5.16, *a* și 5.16, *b*. Se observă că segmentul  $GH$  se proiectează în adevărata mărime pe planele vertical și lateral, și printr-un punct pe planul orizontal, pe care este perpendicular.

Fig. 5.16



2) **Dreapta paralelă cu planul orizontal și lateral și perpendiculară pe planul vertical** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele orizontal și lateral, avînd aceeași *abscisă* și aceeași *cotă*. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele  $K(3,2,4)$  și  $L(3,4,4)$  este arătată în figurile 5.17, *a* și 5.17, *b*. Se observă că segmentul  $KL$  se proiectează în adevărata mărime pe planele orizontal și lateral, cu care este paralel și printr-un punct pe planul vertical, pe care este perpendicular.

3) **Dreapta paralelă cu planul orizontal și vertical și perpendiculară pe planul lateral** prezintă particularitatea că toate punctele ei sînt egal depărtate de planele orizontal și vertical, avînd aceeași *depărtare* și aceeași *cotă*. Reprezentarea unei astfel de drepte în perspectivă și în epură, determinată

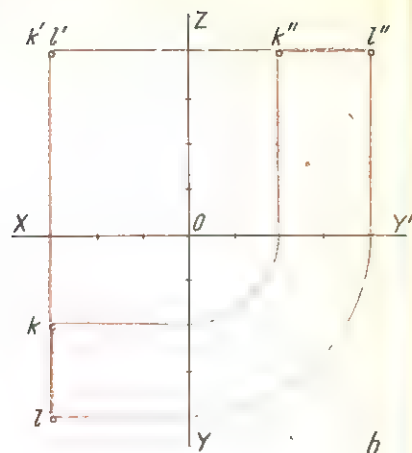
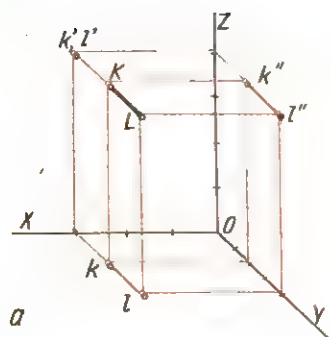


Fig. 5.17

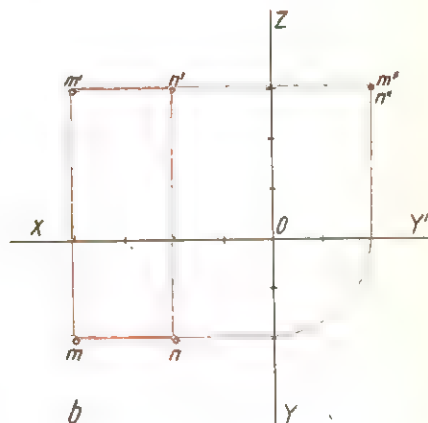
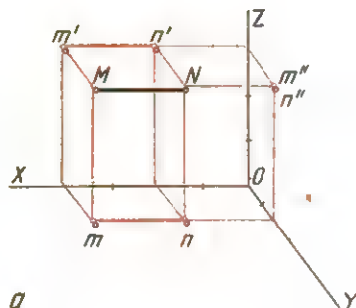


Fig. 5.18

de punctele  $M(4,2,3)$  și  $N(2,2,3)$  este arătată în figurile 5.18, a și 5.18, b. Se observă că segmentul  $MN$  se proiectează în adevărata mărime pe planele orizontal și vertical, cu care este paralel, și printr-un punct pe planul lateral, pe care este perpendicular.

### 3. DREPTÉ ÎNTR-O POZIȚIE OARECARE

**Dreapta într-o poziție oarecare** este înclinată față de toate cele trei plane de proiecție, neavind nici o particularitate. Reprezentarea unei astfel de drepte, în perspectivă și în epură, determinată de punctele  $P(4,4,2)$  și  $R(2,2,4)$ , este arătată în figurile 5.19, a și 5.19, b.

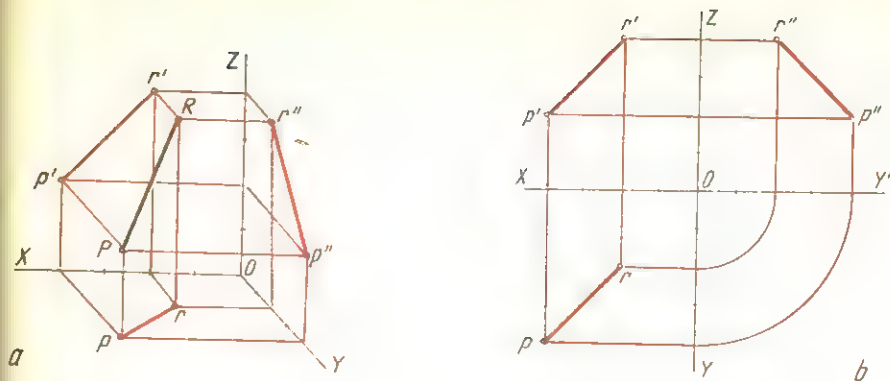


Fig. 5.19

### 1 PROBLEME

1. Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, segmentele de dreaptă  $AB$ ,  $CD$ ,  $EF$ ,  $GH$ ,  $KL$  și  $MN$  așezate în poziții particulare, determinate de următoarele puncte, coordonatele fiind date în centimetri:

$A (1, 3, 3)$	$C (1, 1, 3)$
$B (3, 1, 3)$	$D (3, 1, 1)$
$E (2, 1, 3)$	$G (3, 2, 3)$
$F (2, 3, 1)$	$H (2, 2, 1)$
$K (2, 1, 3)$	$M (3, 1, 2)$
$L (2, 3, 3)$	$N (1, 1, 2)$

2. Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, segmentele de dreaptă  $AB$ ,  $CD$ ,  $EF$ ,  $GH$ ,  $KL$ ,  $MN$ ,  $PR$ ,  $AE$ ,  $BF$ , așezate în poziții oarecare, determinate de următoarele puncte, coordonatele fiind date în centimetri:

$A (3, 2, 0)$	$C (1, 0, 2)$
$B (0, 0, 3)$	$D (3, 2, 0)$
$E (3, 0, 0)$	$G (0, 2, 3)$
$F (0, 2, 3)$	$H (3, 0, 2)$
$K (0, 1, 4)$	$M (0, 4, 1)$
$L (1, 4, 0)$	$N (4, 1, 0)$
$P (4, 1, 0)$	$A (4, 0, 1)$
$R (1, 0, 4)$	$E (1, 4, 0)$
$B (3, 0, 2)$	
$F (0, 2, 0)$	

### B. REPREZENTAREA PLANULUI PE PLANELE DE PROIECȚIE

Un plan poate fi determinat de următoarele elemente geometrice:

- trei puncte necoliniare;
- o dreaptă și un punct exterior ei;
- două drepte concurente;
- două drepte paralele.

Reprezentarea planului pe cele trei plane de proiecție se poate face fie prin elementele care-l determină, fie prin dreptele după care se intersectează cu planele de proiecție (urmele planului). În mod obișnuit, planul se reprezintă în urmele sale.



# 1. PLANELE PERPENDICULARE PE UN PLAN DE PROIECȚIE

1) **Un plan perpendicular pe planul orizontal** intersectează axa  $OX$  în punctul  $P_x$  de abscisă 3 și axa  $OY$  în punctul  $P_y$  de depărtare 4 (fig. 5.20, a și 5.20, b).

**Discuție.** Planul fiind perpendicular pe planul orizontal este desigur paralel cu axa  $OZ$ , iar urmele lui pe planurile vertical și lateral vor fi perpendiculare pe axele  $OX$  și  $OY$  și deci paralele cu axa  $OZ$ .

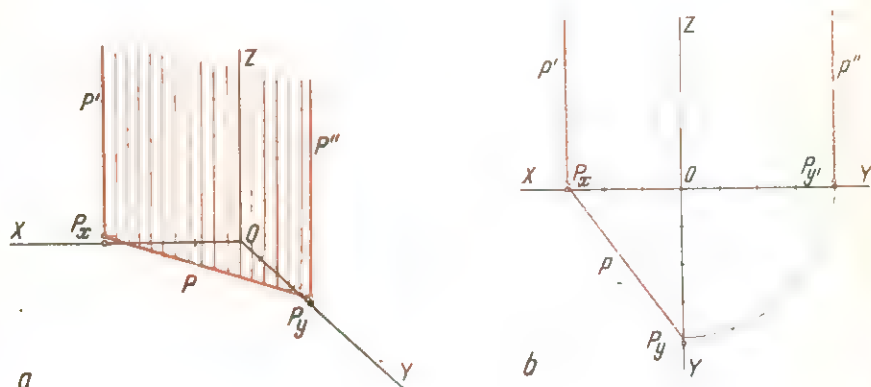


Fig. 5.20

## Rezolvare.

● Se măsoară din originea axelor 3 unități pe axa  $OX$  și  $4 \cdot \frac{1}{2}$  unități pe axa  $OY$  și se obțin punctele  $P_x$  și respectiv  $P_y$ .

● Segmentul de dreaptă care unește punctele  $P_x$  și  $P_y$  este urma planului  $P$  pe planul orizontal și se notează cu  $p$ .

● În punctele  $P_x$  și  $P_y$  se trasează câte o perpendiculară pe axa  $OX$ , respectiv pe  $OY$  și se obțin urmele planului  $P$  pe planul vertical ( $p'$ ) și pe planul lateral ( $p''$ ), care vor fi paralele cu axa  $OZ$ .

2) **Un plan perpendicular pe planul vertical** intersectează axa  $OX$  în punctul  $P_x$  de abscisă 4 și axa  $OZ$  în punctul  $P_z$  de cotă 4 (fig. 5.21, a și 5.21, b).

**Discuție.** Planul fiind perpendicular pe planul vertical este paralel cu axele  $OX$  și  $OY$ , iar urmele lui pe planele orizontal și lateral vor fi perpendiculare pe axele  $OX$  și  $OZ$  și deci paralele cu axa  $OY$ .

## Rezolvare.

● Se măsoară din originea axelor câte 4 unități pe axele  $OX$  și  $OZ$  și se notează punctele obținute cu  $P_x$ , respectiv  $P_z$ . Segmentul de dreaptă care le unește este urma planului  $P$  pe planul vertical și se notează cu  $p'$ .

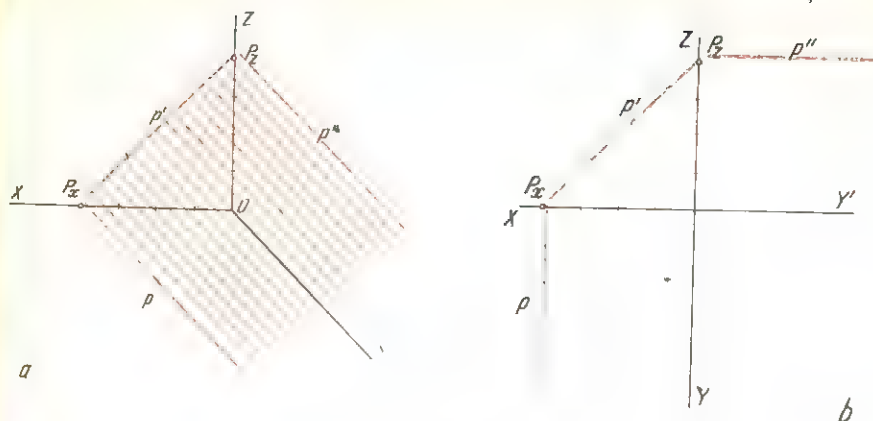


Fig. 5.21

● În punctele  $P_x$  și  $P_z$  se trasează câte o perpendiculară pe axele  $OX$  și respectiv  $OZ$ , care vor fi și paralele cu axa  $OY$ , obținându-se astfel urmele planului pe planul orizontal  $p$  și pe planul lateral  $p''$ .

3) Un plan perpendicular pe planul lateral intersectează axele  $OY$  și  $OZ$  în punctele  $P_y$  de depărtare 3 și respectiv  $P_z$  de cotă 4 (fig. 5.24, a și 5.24, b).

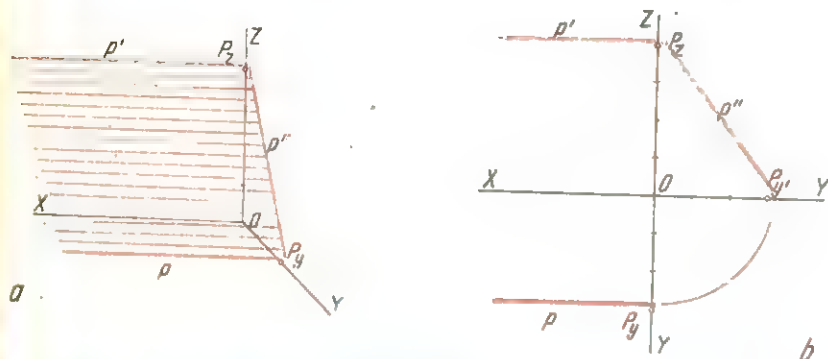


Fig. 5.22

**Discuție.** Planul fiind perpendicular pe planul lateral este desigur paralel cu axa  $OX$ , iar urmele lui pe planele orizontal și vertical vor fi perpendiculare pe axele  $OY$  și  $OZ$  și deci paralele cu axa  $OX$ .

#### Rezolvare.

● Se măsoară din originea axelor 3 unități pe axa  $OY$  și  $4 \cdot \frac{1}{2}$  unități pe axa  $OZ$  și se obțin punctele  $P_y$ , respectiv  $P_z$ , care sînt punctele de intersecție ale planului cu cele două axe. Segmentul care unește cele două puncte este urma planului  $P$  pe planul lateral și se notează cu  $p''$ .

● În punctele  $P_y$  și  $P_z$  se trasează câte o perpendiculară pe axele  $OY$ , respectiv pe  $OZ$ , care vor fi paralele cu axa  $OX$ , obținându-se astfel urmele planului pe planele orizontal ( $p$ ) și pe planul vertical ( $p'$ ).

## 2. PLANELE PARALELE CU UN PLAN DE PROECȚIE

1) **Un plan paralel cu planul orizontal** intersectează axa  $OZ$  în punctul  $P_z$  de cotă 3 (fig. 5.23, *a* și 5.23, *b*).

**Discuție.** Planul fiind paralel cu planul orizontal, este în același timp perpendicular pe celelalte două plane de proiecție. De asemenea, va fi perpendicular pe axa  $OZ$  și paralel cu axele  $OX$  și  $OY$ .

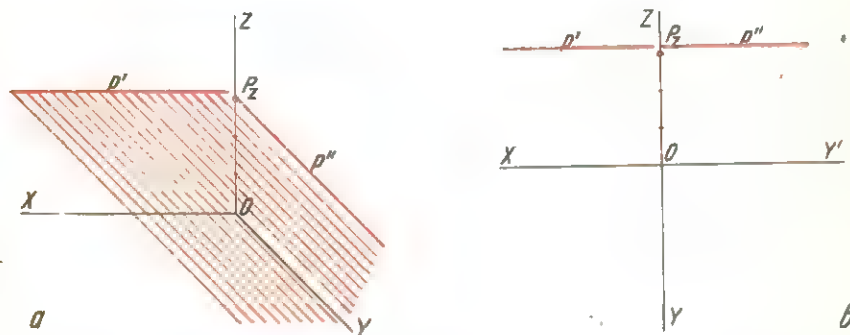


Fig. 5.23

● Se măsoară din originea axelor 3 unități pe axa  $OZ$ , obținându-se punctul  $P_z$ , care este punctul de intersecție al planului cu axa  $OZ$ .

● În punctul  $P_z$  se trasează pe cele două plane (vertical și lateral) câte o perpendiculară pe axa  $OZ$ , care vor fi paralele cu axele  $OX$  și respectiv  $OY$ , obținându-se urmele planului pe planul vertical ( $p'$ ) și pe planul lateral ( $p''$ ).

2) **Un plan paralel cu planul vertical** intersectează axa  $OY$  în punctul  $P_y$  de depărtare 3 (fig. 5.24, *a* și 5.24, *b*).

**Discuție.** Planul fiind paralel cu planul vertical este în același timp perpendicular pe planele orizontal și lateral. De asemenea, va fi perpendicular pe axa  $OY$  și paralel cu axele  $OX$  și  $OZ$ .

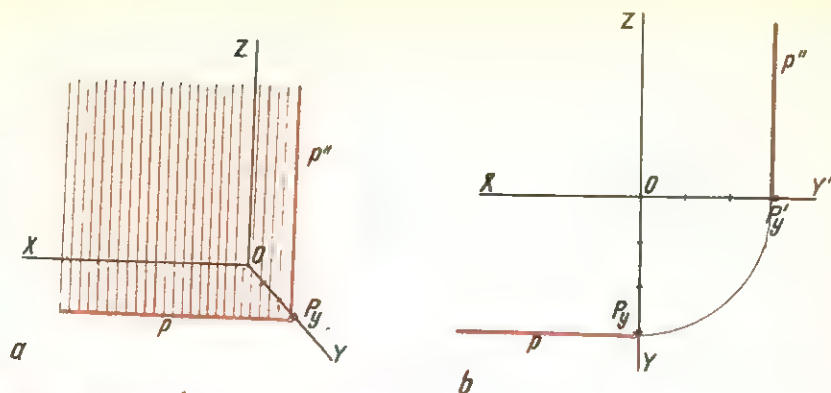
### Rezolvare.

● Se măsoară, din originea axelor,  $3 \cdot \frac{1}{2}$  unități pe axa  $OY$ , obținându-se punctul  $P_y$ , care este punctul de intersecție al planului cu axa  $OY$ .

● În punctul  $P_y$  se trasează pe cele două plane (orizontal și lateral) câte o perpendiculară pe axa  $OY$ , care vor fi paralele cu axele  $OX$  și respectiv  $OZ$ , obținându-se urmele planului pe planul orizontal ( $p$ ) și pe planul lateral ( $p''$ ).



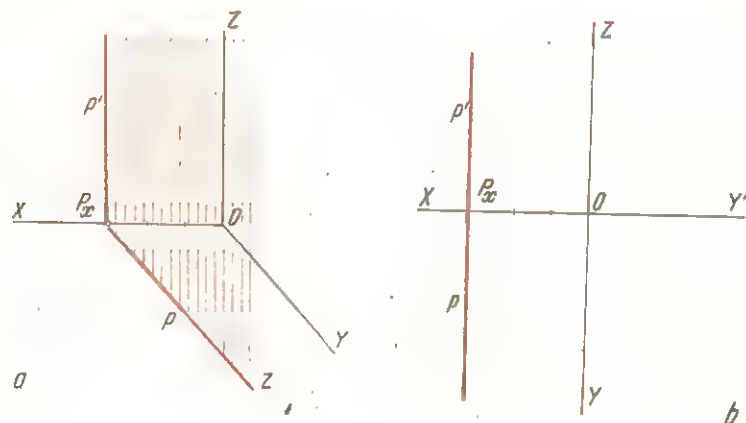
Fig. 5.24



3) **Un plan paralel cu planul lateral** intersectează axa  $OX$  în punctul  $P_x$  de abscisă 3 (fig. 5.25, *a* și 5.25, *b*).

**Discuție.** Planul fiind paralel cu planul lateral este în același timp perpendicular pe planele orizontal și vertical. De asemenea, va fi perpendicular pe axa  $OX$  și paralel cu axele  $OY$  și  $OZ$ .

Fig. 5.25



### Rezolvare.

● Se măsoară, din originea axelor, 3 unități pe axa  $OX$ , obținându-se punctul  $P_x$ , care este punctul de intersecție a planului cu axa  $OX$ .

● În punctul  $P_x$  se trasează pe cele două plane (orizontal și vertical) câte o perpendiculară pe axa  $OX$ , care vor fi paralele cu axele  $OY$  și respectiv  $OZ$ , obținându-se urmele planului pe planul orizontal ( $p$ ) și pe planul vertical ( $p'$ ).

### 3. PLANELE ÎNTR-O POZIȚIE OARECARE

Un plan intersectează axa  $OX$  în punctele  $P_x$  de abscisă 4, axa  $OY$  în punctul  $P_y$  de depărtare 2 și axa  $OZ$  în punctul  $P_z$  de cotă 3 (fig. 5.26, *a* și 5.26, *b*).

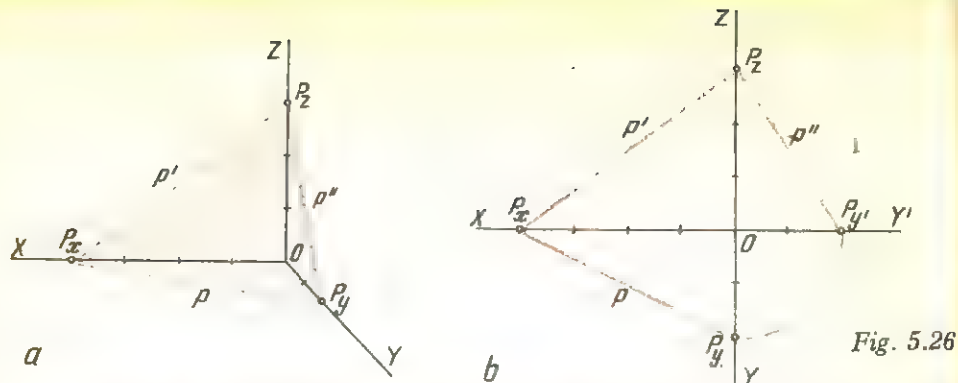


Fig. 5.26

### Rezolvare.

● Se măsoară pe axa  $OX$  4 unități și se determină punctul  $P_x$ , se măsoară pe axa  $OY$   $2 \cdot \frac{1}{2}$  unități și se determină punctul  $P_y$ , iar pe axa  $OZ$  se măsoară 3 unități și se determină punctul  $P_z$ . Aceste puncte sînt intersecțiile planului cu cele trei axe.

● Se unesc punctele  $P_x$ ,  $P_y$  și  $P_z$  între ele, laturile triunghiului format fiind urmele planului pe cele trei plane de proiecție, notîndu-se cu  $p$  urma pe planul orizontal, cu  $p'$  urma pe planul vertical și cu  $p''$  urma pe planul lateral.

## F. REPREZENTAREA FIGURILOR GEOMETRICE PLANE

Reprezentarea figurilor geometrice plane (triunghiuri, patrulatere, cercuri) se face prin reprezentarea punctelor care le determină în plan și care sînt caracteristice fiecărei figuri.

### 1. REPREZENTAREA TRIUNghiULUI

Reprezentarea unui triunghi se face în două moduri: în plan și în perspectivă și în epură (fig. 5.27, a și 5.27, b).

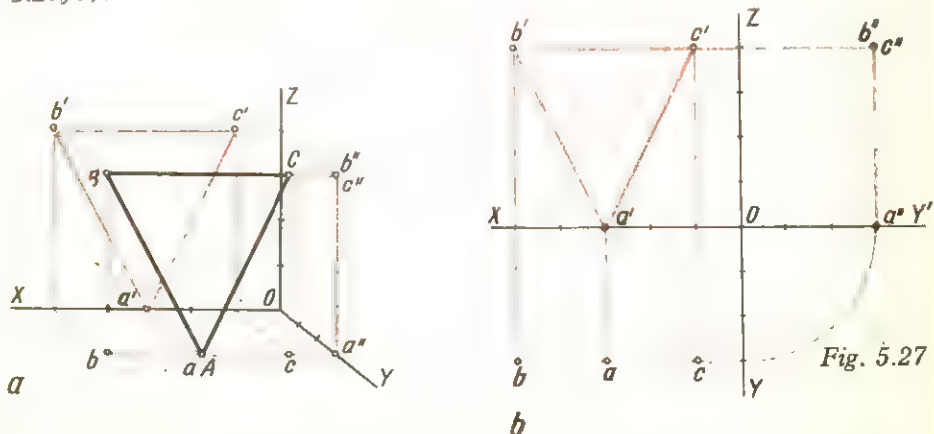


Fig. 5.27

Se dau: punctele  $A(3,3,0)$ ;  $B(5,3,4)$ ;  $C(1,3,4)$ .

### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele trei vîrfuri ale triunghiului.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție proiecțiile de același fel:  $(abc)$ ,  $(a'b'c')$  și  $(a''b''c'')$ , obținindu-se proiecțiile triunghiului pe cele trei plane.

### 2. REPREZENTAREA PĂTRATULUI

În epură, un pătrat cu coordonatele vîrfurilor date (fig. 5.28, a și 5.28, b).

Se dau: punctele  $A(2,2,4)$ ;  $B(2,2,2)$ ;  $C(2,4,2)$ ;  $D(2,4,4)$ .

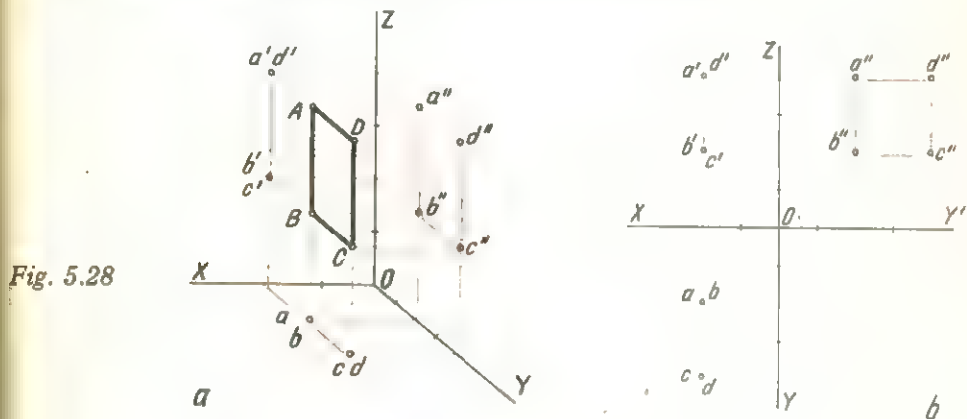


Fig. 5.28

Discuție. Din analiza coordonatelor pătratului dat:

### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele patru vîrfuri ale pătratului.



● Se unesc, pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel:  $(abcd)$ ,  $(a'b'c'd')$  și  $(a''b''c''d'')$ , obținându-se proiecțiile pătratului pe cele trei plane.

### 3. REPREZENTATEA DREPTUNGHIULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și epură un dreptunghi cu coordonatele vîrfurilor cunoscute (fig. 5.29, a și 5.29, b).

Se dau: punctele  $A(6,2,3)$ ;  $B(2,2,3)$ ;  $C(2,4,3)$ ;  $D(6,4,3)$ .

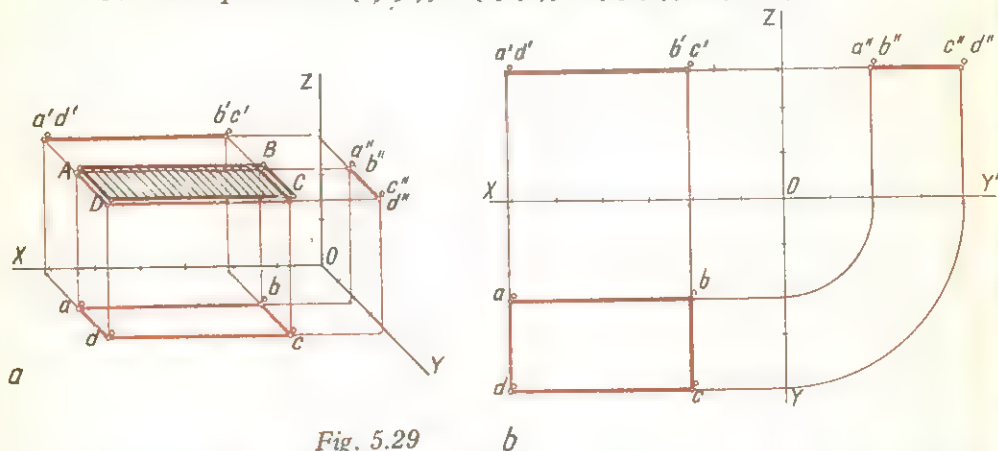


Fig. 5.29

**Discuție.** Din analiza coordonatelor dreptunghiului dat se observă că toate cele patru vîrfuri ale sale au aceeași cotă, de unde rezultă că dreptunghiul este paralel cu planul orizontal de proiecție.

Fiind paralel cu planul orizontal de proiecție, dreptunghiul este perpendicular pe celelalte două plane de proiecție.

De asemenea, mai rezultă că pe planul orizontal de proiecție dreptunghiul se va proiecta în adevărata sa mărime, iar pe planele vertical și lateral, proiecțiile sale vor fi două segmente de dreaptă.

#### Rezolvare

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele patru vîrfuri ale dreptunghiului.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție proiecțiile de același fel:  $(abcd)$ ,  $(a'b'c'd')$  și  $(a''b''c''d'')$ , obținându-se proiecțiile dreptunghiului pe cele trei plane.

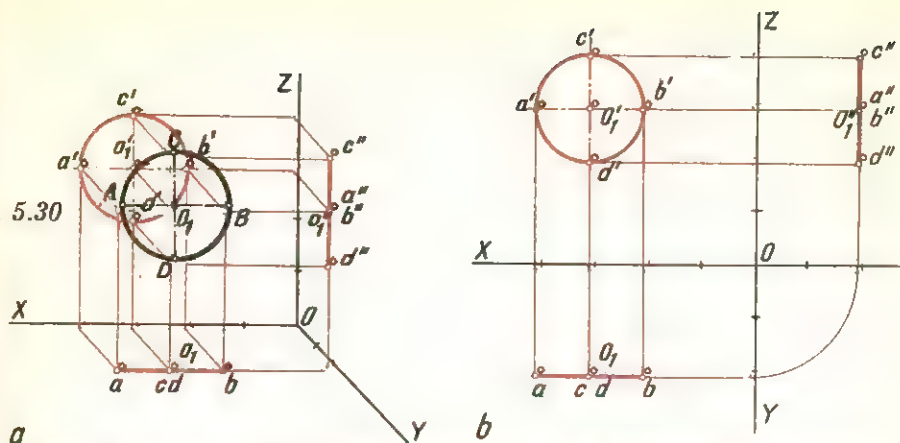
### 4. REPREZENTAREA CERCULUI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, un cerc așezat într-un plan paralel cu planul vertical de proiecție (fig. 5.30, a și 5.30, b).

Se dau: diametrul cercului 2 unități și coordonatele centrului cercului  $O(3, 2, 3)$ .

**Discuție.** Întrucît cercul se află cuprins într-un plan paralel cu planul vertical de proiecție, rezultă că și cercul este paralel cu planul vertical de pro-

Fig. 5.30



iecție și deci perpendicular pe celelalte două plane de proiecție. Deci cercul se va proiecta în adevărata sa mărime pe planul vertical și prin două segmente de dreaptă pe planele orizontal și lateral.

#### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrul cercului, precum și capetele a două diametre ale cercului perpendiculare între ele și paralele cu axele  $OX$  și respectiv  $OZ$ .

● Se unesc apoi pe fiecare plan proiecțiile de același fel, obținându-se proiecțiile cercului pe cele trei plane.

### G. PROBLEME

- Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, triunghiul  $ABC$ , având coordonatele:  
 $A(3,1,4);$   
 $B(3,3,4);$   
 $C(3,2,0).$
- Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, pătratul  $ABCD$ , având coordonatele:  
 $A(4,4,3);$   $C(1,1,3);$   
 $B(4,1,3);$   $D(1,4,3).$
- Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, dreptunghiul  $ABCD$ , având coordonatele:  
 $A(5,3,2);$   $C(1,3,4);$   
 $B(5,3,4);$   $D(1,3,2).$
- Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, triunghiul  $ABC$ , având coordonatele:  
 $A(3,4,5);$   
 $B(4,5,3);$   
 $C(5,3,4).$
- Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, triunghiul  $ABC$ , având coordonatele:  
 $A(4,4,0);$   
 $B(4,0,4);$   
 $C(0,4,4).$
- Un plan  $P$ , perpendicular pe planul vertical, întâlnește axa  $OX$  în punctul  $P_x$  de abscisă 4 cm și axa  $OZ$  în punctul  $P_z$  de cotă 4 cm.

În acest plan se află un triunghi  $ABC$  care are vârful  $A$  pe urma orizontală a planului  $P$ , la  $y = 4$  cm, vârful  $B$  — pe urma laterală a planului  $P$ , la  $y = 4$  cm, iar vârful  $C$  — pe urma verticală a planului  $P$ , la jumătatea distanței dintre  $P^x$  și  $P^z$ . Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, planul  $P$  și triunghiul  $ABC$ .

7. Un plan  $P$ , perpendicular pe planul orizontal, întâlnește axa  $OX$  în punctul  $P^x$  de abscisă 4 cm și axa  $OY$  — în punctul  $P^y$  de depărtare 4 cm.

În acest plan se află un triunghi  $ABC$  care are vârful  $A$  pe urma verticală a planului  $P$ , la  $z = 4$  cm, vârful  $B$  — pe urma laterală a planului  $P$ , la  $z = 4$  cm, iar vârful  $C$  — pe urma orizontală a planului  $P$ , la jumătatea distanței dintre  $P^x$  și  $P^y$ . Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, planul  $P$  și triunghiul  $ABC$ .

8. Un plan  $P$ , perpendicular pe planul lateral, întâlnește axa  $OY$  în punctul  $P^y$  de depărtare 4 cm și axa  $OZ$  în punctul  $P^z$  de cotă 4 cm.

În acest plan se află un triunghi  $ABC$  care are vârful  $A$  pe urma orizontală a planului  $P$ , la  $x = 4$  cm, vârful  $B$  — pe urma verticală a planului  $P$ , la  $x = 4$  cm, iar vârful  $C$  — pe urma laterală a planului  $P$ , la jumătatea distanței dintre  $P^y$  și  $P^z$ .

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, planul  $P$  și triunghiul  $ABC$ .

9. Un plan  $P$ , paralel cu planul lateral, întâlnește axa  $OX$  în punctul  $P^x$  de abscisă 4 cm.

În acest plan se află virfurile  $A$  și  $B$  ale unui triunghi. Vârful  $A$  al triunghiului se află pe urma orizontală a planului  $P$ , la  $y = 4$  cm, iar vârful  $B$  al triunghiului — pe urma verticală a planului  $P$ , la  $z = 4$  cm. Vârful  $C$  al triunghiului se află în planul lateral, având coordonatele  $C(0,4,4)$  cm.

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, planul  $P$  și triunghiul  $ABC$ .

10. Un plan  $P$ , paralel cu planul vertical, întâlnește axa  $OY$  în punctul  $P^y$  de depărtare 4 cm.

În acest plan se află virfurile  $A$  și  $B$  ale unui triunghi. Vârful  $A$  al triunghiului se află pe urma orizontală a planului  $P$ , la  $x = 4$  cm, iar vârful  $B$  — pe urma laterală a planului  $P$ , la  $z = 4$  cm. Vârful  $C$  al triunghiului se află în planul vertical, având coordonatele  $C(4,0,4)$  cm.

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, planul  $P$  și triunghiul  $ABC$ .



## REPREZENTAREA CORPURILOR GEOMETRICE

Reprezentarea corpurilor geometrice (poliedre, corpuri de rotație) se face mai întâi prin reprezentarea punctelor care le determină în spațiu și care sint caracteristice fiecărui corp. Prin unirea acestor puncte prin linii sau prin curbe se obțin proiecțiile corpurilor geometrice pe cele trei plane de proiecție.

### A. REPREZENTAREA POLIEDRELOR

#### 1. REPREZENTAREA CUBULUI

În epură, un cub cu latura de 5 unități este reprezentat (fig. 6.1, a și 6.1, b).

**Se dau:** punctele  $A(5,5,2)$ ;  $B(5,2,2)$ ;  $C(2,2,2)$ ;  $D(2,5,2)$ ;  $E(5,5,5)$ ;  $F(5,2,5)$ ;  $G(2,2,5)$ ;  $H(2,5,5)$ .

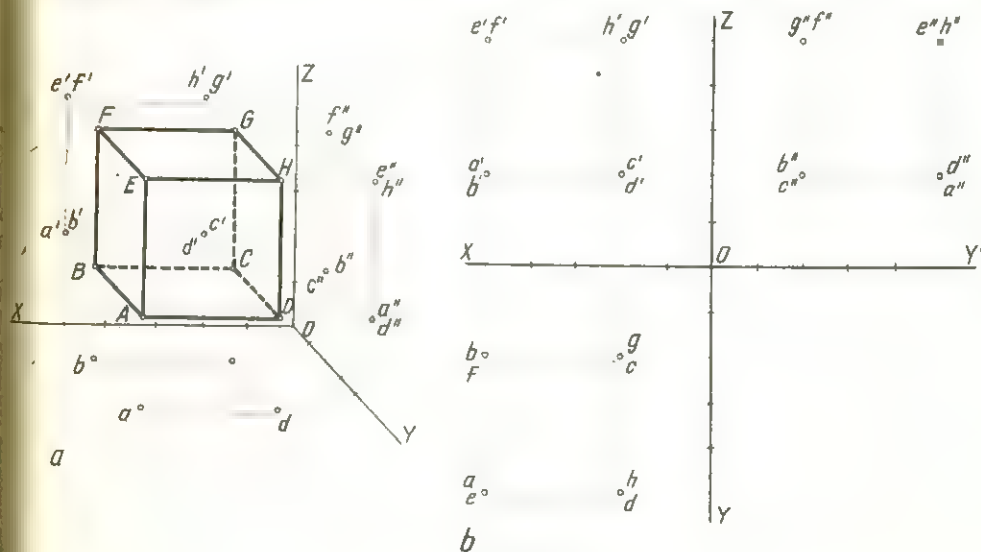


Fig. 6.1

**Discuție.** Din analiza coordonatelor fețelor cubului se observă că acestea au unele particularități în ceea ce privește poziția lor față de cele trei plane de proiecție. Astfel:

— fața  $ABCD$ , avind toate *cotele* egale, este paralelă cu planul orizontal și perpendiculară pe celelalte două plane de proiecție; același lucru se poate spune și despre fața  $EFGH$ , *cotele* acesteia avind însă alte valori;

— fața  $BFGC$ , avind toate *depărtările* egale este paralelă cu planul vertical și perpendiculară pe celelalte două plane de proiecție; același lucru se poate spune și despre fața  $AEHD$ , *depărtările* acesteia însă avind alte valori;

— fața  $CGHD$ , avind toate *abscisele* egale este paralelă cu planul lateral și perpendiculară pe celelalte două plane de proiecție; același lucru se poate spune și despre fața  $ABFE$ , *abscisele* acesteia avind însă alte valori.

### Rezolvare.

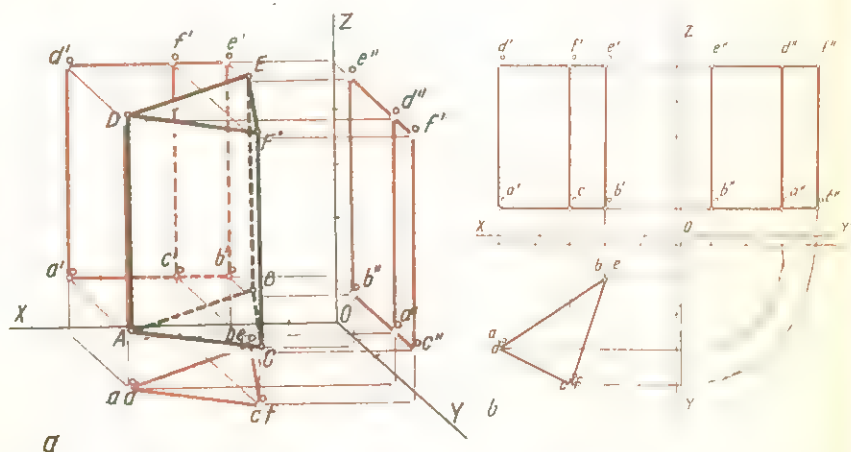
● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție toate cele opt vîrfuri ale cubului.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile cubului pe cele trei plane.

## 2. REPREZENTAREA PRISMEI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură o prismă cu coordonatele punctelor care o determină cunoscut (fig. 6.2, *a* și 6.2, *b*).

Fig. 6.2



Se dau: punctele  $A(5,3,1)$ ;  $B(2,1,1)$ ;  $C(3,4,1)$ ;  $D(5,3,5)$ ;  $E(2,1,5)$ ;  $F(3,4,5)$ .

**Discuție.** Din analiza coordonatelor punctelor date, care determină prismă, se observă că cele două baze ale sale — fiecare în parte — au *cotele* de valori egale, ceea ce înseamnă că sînt paralele cu planul orizontal și deci perpendiculare pe celelalte două plane de proiecție.

### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție toate cele șase vîrfuri ale prismei.

● Se unesc pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile prismei pe cele trei plane.

### 3. REPRESENTAREA PIRAMIDEI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, o piramidă cu coordonatele punctelor care o determină cunoscute (fig. 6,3, a și 6.3, b).

Se dau: punctele  $A(6,4,1)$ ;  $B(3,2,1)$ ;  $C(4,6,1)$ ;  $V(4,5;4,2;6)$ .

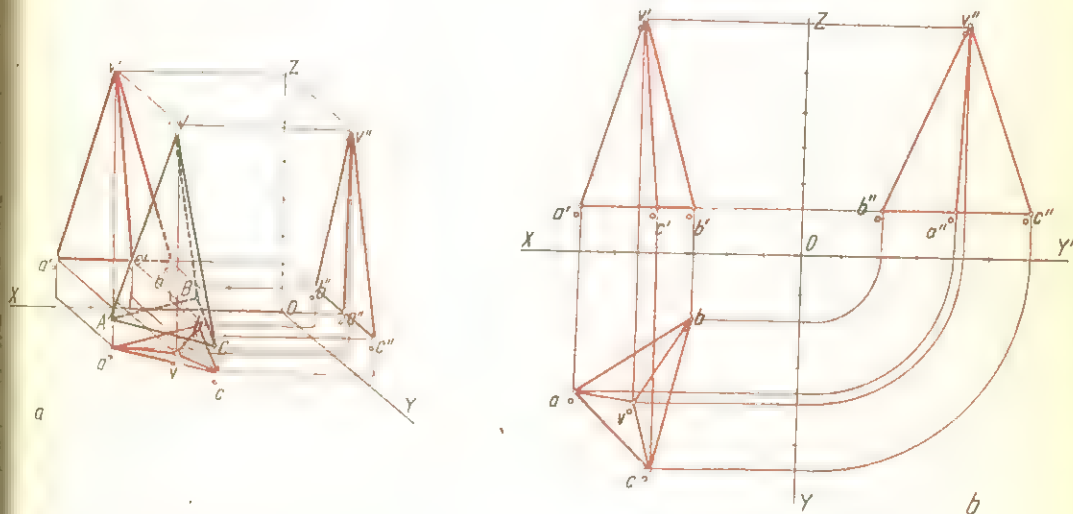


Fig. 6.3

**Discuție.** Din analiza coordonatelor bazei piramidei, se observă că toate cele trei puncte ale ei au aceeași cota, ceea ce înseamnă că piramida are baza paralelă cu planul orizontal și perpendiculară pe celelalte două plane de proiecție.

### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție cele patru puncte date, care determină piramida.

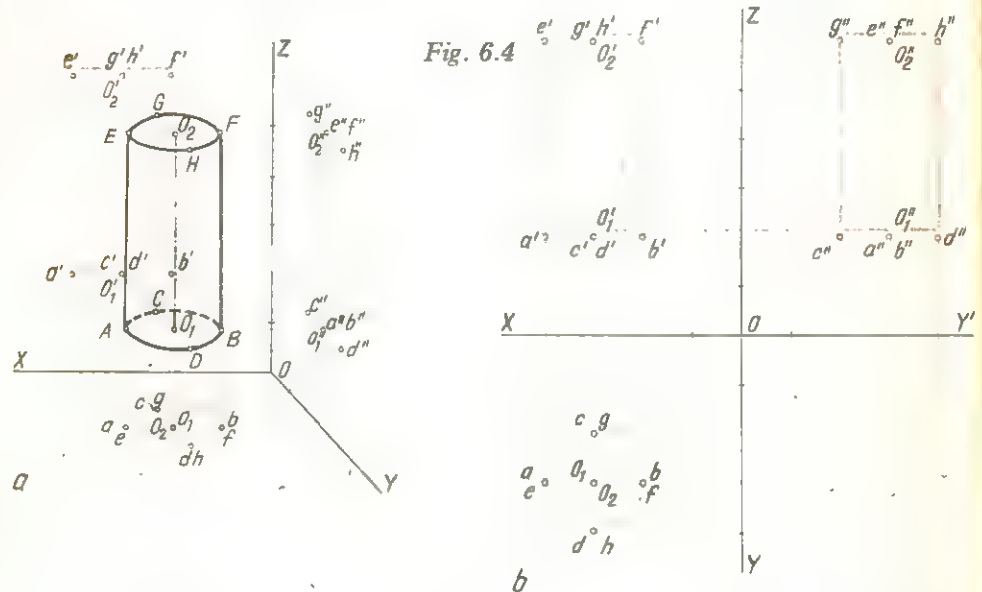
● Se unesc pe fiecare plan de proiecție, proiecțiile de același fel, obținîndu-se proiecțiile piramidei.



## B. REPREZENTAREA CORPURILOR DE ROTAȚIE

### 1. REPREZENTAREA CILINDRULUI

**Se dau:** centrele cu coordonatele  $O(3,3,2)$  și  $O_2(3,3,6)$  și diametrul 2 unități (fig. 6.4, a și 6.4, b).



#### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrele celor două baze și capetele celor patru diametre alese.

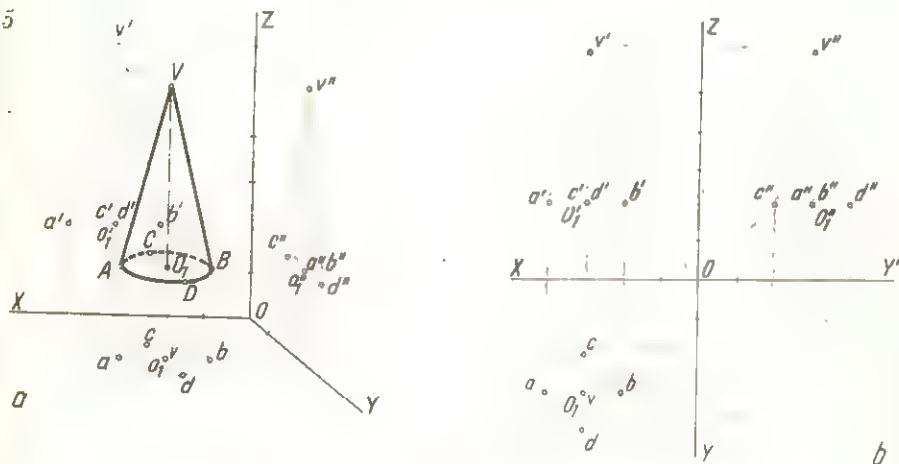
● Se unesc proiecțiile de același fel, obținându-se proiecțiile cilindrului pe cele trei plane de proiecție.

**Notă.** Reprezentarea cilindrului se mai poate face dîndu-se de la început coordonatele capetelor celor patru diametre ale bazelor, fără să se mai dea mărimea diametrului cilindrului.

## 2. REPREZENTAREA CONULUI

**Se dau:** coordonatele centrului bazei,  $O(3,3,2)$ , coordonatele vârfului conului  $V(3,3,6)$  și diametrul bazei conului 2 unități (fig. 6.5, a și 6.5, b).

Fig. 6.5



ob  
ax  
și  
ri  
cu  
con  
B

### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrul bazei conului, vârful acestuia și capetele celor două diametre alese.

● Se unesc proiecțiile de același fel, obținându-se proiecțiile conului pe cele trei plane de proiecție.

**Notă.** Reprezentarea conului se mai poate face dîndu-se de la început coordonatele vârfului și capetelor celor două diametre ale bazei, fără să se mai dea mărimea diametrului bazei conului.

### 3. REPREZENTAREA SFEREI

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și în epură, o sferă al cărei centru are coordonatele cunoscute și al cărei diametru este dat (fig. 6.6, a și 6.6, b).

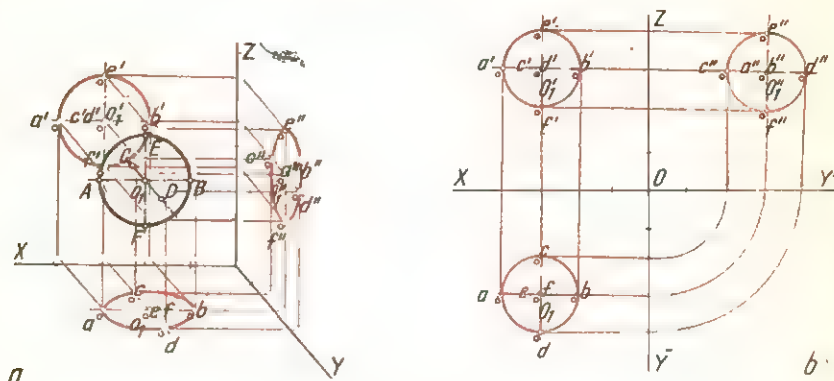


Fig. 6.6

**Se dau:** coordonatele centrului sferei  $O(3,3,3)$  și diametrul ei 2 unități.

**Discuții.** Pentru ușurarea reprezentării sferei se aleg trei diametre ale acesteia, fiecare dintre ele fiind paralel cu cite o axă, astfel:

- paralel cu axa  $OX$ :  $A(4,3,2)$ ;  $B(2,3,2)$ ;
- paralel cu axa  $OY$ :  $C(3,2,2)$ ;  $D(3,4,2)$ ;
- paralel cu axa  $OZ$ :  $E(3,3,4)$ ;  $F(3,3,2)$ .

Coordonatele capetelor diametrelor s-au stabilit ținindu-se seama de mărimea diametrului sferei, care este dată în temă.

#### Rezolvare.

● Se reprezintă pe cele trei plane de proiecție centrul sferei și capetele celor trei diametre alese.

● Se unesc proiecțiile de același fel, obținându-se proiecțiile sferei pe cele trei plane de proiecție.

**Notă.** Reprezentarea sferei se mai poate face dându-se de la început coordonatele capetelor celor trei diametre, fără să se mai dea mărimea diametrului sferei.



# 7

## DISPUNEREA PROIECȚIILOR ÎN DESENUL TEHNIC

### A. AȘEZAREA NORMALĂ A PROIECȚIILOR

În scopul obținerii unor imagini nedeformate ale unui obiect, precum și a adevăratelor mărimi ale tuturor dimensiunilor acestuia, în desenul tehnic obiectul se reprezintă în sistemul de proiecție ortogonală pe două sau mai multe plane de proiecție.

În capitolele 5 și 6 s-a arătat că forma unor elemente geometrice (drepte, puncte geometrice, corpuri geometrice) este complet definită prin proiecția lor pe trei plane de proiecție și uneori chiar numai pe două plane de proiecție.

În desenul tehnic, nevoia de a determina ușor forma pieselor reprezentate, respectiv de a se putea citi ușor și rapid desenul, îndeosebi al pieselor cu forme constructive complexe, compuse din mai multe corpuri geometrice, impune de multe ori reprezentarea pieselor (obiectelor) pe mai mult de trei plane de proiecție. Ca plane se iau fețele interioare ale unui cub, numit *cub de proiecție*, iar obiectul de reprezentat se consideră așezat în interiorul cubului (fig. 7.1).

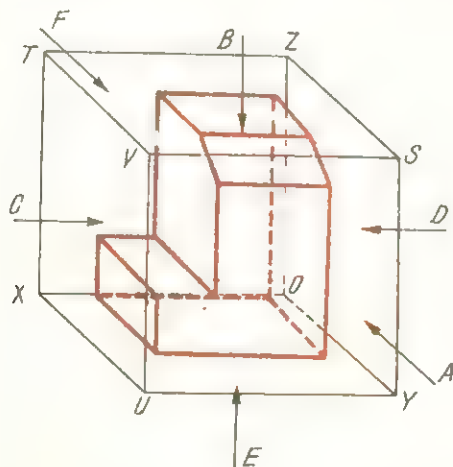


Fig. 7.1

Dacă se proiectează obiectul pe toate cele șase fețe ale cubului și se desfășoară fețele acestuia, după principiul rabaterii celor trei plane de proiecție, se obțin șase proiecții ale obiectului (fig. 7.2) astfel:

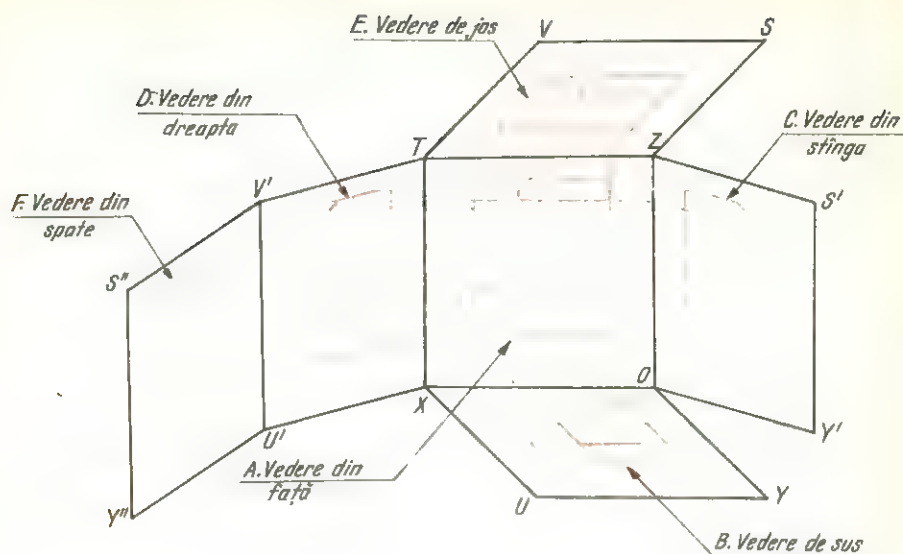


Fig. 7.2

- vederea din față, pentru proiecția pe planul vertical din spate (direcția A), denumită și *vedere principală*;
- vederea de sus, pentru proiecția pe planul orizontal inferior (direcția B);
- vederea din stînga, pentru proiecția pe planul lateral din dreapta (direcția C);
- vederea din dreapta, pentru proiecția pe planul lateral din stînga (direcția D);
- vederea de jos, pentru proiecția pe planul orizontal superior (direcția E);
- vederea din spate, pentru proiecția pe planul vertical din față (direcția F).

## B. DISPUNEREA ȘI ALEGEREA PROIECȚIILOR

Pentru a se ajunge la dispunerea normală a proiecțiilor, cubul de proiecție (fig. 7.1) se desfășoară complet. După desfășurare și rabaterea tuturor fețelor cubului în același plan cu planul vertical  $OXYZ$ , proiecțiile se prezintă ca în figura 7.3, gruparea proiecțiilor în jurul proiecției principale A făcîndu-se după metoda europeană, astfel:

- vederea de sus sub vederea din față (principală);
- vederea din stînga în dreapta vederii principale;
- vederea din dreapta în stînga vederii principale;
- vederea de jos deasupra vederii principale;
- vederea din spate în stînga vederii din dreapta sau în dreapta vederii din stînga.

**Se cere:** să se determine cea de-a treia proiecție, în planul lateral (vederea din stînga indicată de săgeata  $C$ ).

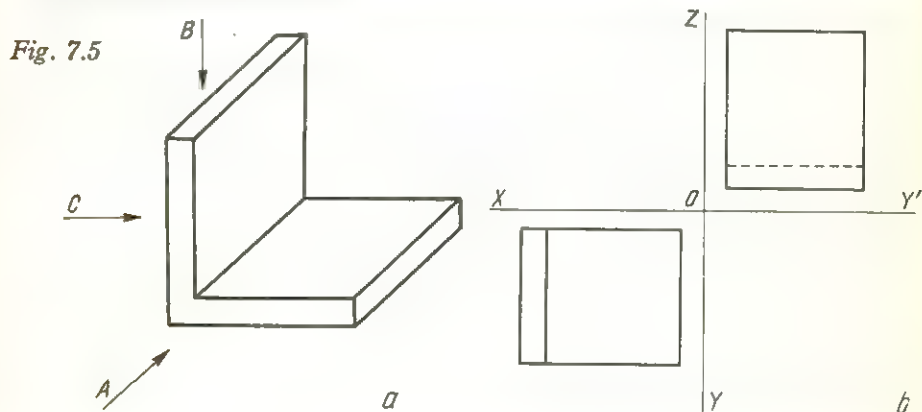
**Procedeu.**

● Se trasează liniile de ordine indicate cu culoare roșie, care se prelungesc pe planul lateral.

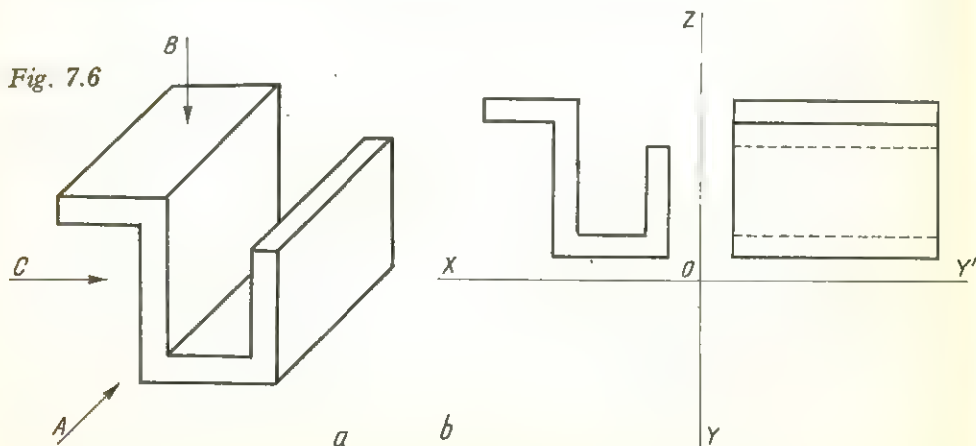
● Se unesc apoi punctele de intersecție ale acestora, obținindu-se proiecția pe planul lateral (reprezentată cu culoare roșie).

## D. PROBLEME

1. Să se determine proiecția pe planul vertical (vederea din față, în direcția  $A$ ) la piesa reprezentată în perspectivă în figura 7.5,  $a$ , și avînd celelalte două proiecții reprezentate în figura 7.5,  $b$ .



2. Să se determine proiecția în planul orizontal (vederea de sus, în direcția  $B$ ) la piesa reprezentată în perspectivă în figura 7.6,  $a$  și avînd celelalte două proiecții reprezentate în figura 7.6,  $b$ .





## ELEMENTE DE COTARE

Pentru ca o piesă să se poată executa, este necesar ca pe schița sau desenul de execuție să se înscrie dimensiunile și unghiurile care definesc forma piesei.

*Înscrierea dimensiunilor și unghiurilor pe desenul unei piese se numește cotare.*

Elementele cotării sînt *liniile de cotă*, *liniile ajutătoare*, *liniile de indicație* și *cotele* și sînt exemplificate în figura 8.1.

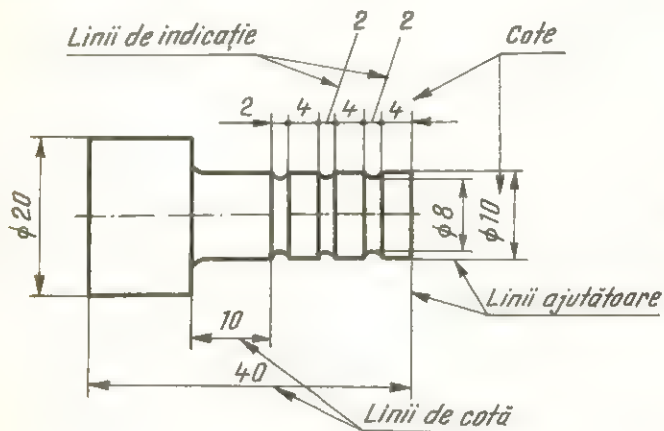


Fig. 8.1

## 1. LINIA DE COTA

*Linia de cotă* se trasează cu linie continuă subțire, deasupra căreia se înscrie cota respectivă. Linia de cotă se delimitează prin săgeți, amplasate la una sau la ambele extremități, sau prin combinații de săgeți și puncte. Săgețile, conform figurii 8.2, trebuie să se sprijine pe liniile de contur, să aibă unghiul la virf de aproximativ  $15^\circ$  și lungimea de 5–8 ori mai mare decât grosimea liniei continue groase (de contur) și nu mai mică de 2 mm.

În cazul unui spațiu insuficient pe linia de cotă, săgețile și înscrierea cotelor se desenează în afara liniilor ajutătoare (fig. 8.3), sau săgețile se înlocuiesc prin puncte îngroșate (fig. 8.4).

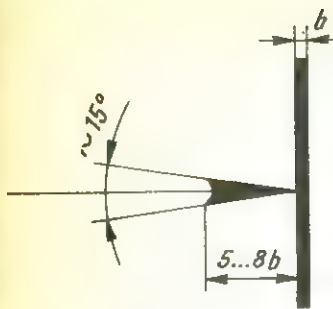


Fig. 8.2

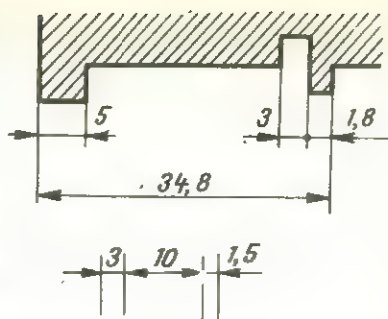


Fig. 8.3

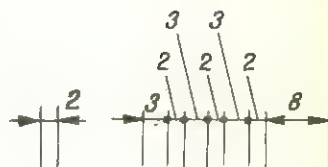


Fig. 8.4

Nu se admite ca săgețile să fie intersectate de linii (fig. 8.5, cota  $\phi 22$ ).  
Linia de cotă se execută dreaptă, paralelă cu elementul la a cărui dimensiune se referă (fig. 8.5).

Liniile de cotă se termină cu săgeată numai la unul din capete, în următoarele cazuri:

- la cotarea razelor de curbură (fig. 8.6 și 8.7);
- la cotarea diametrelor, când circumferința nu este reprezentată complet pe proiecția respectivă (fig. 8.7).

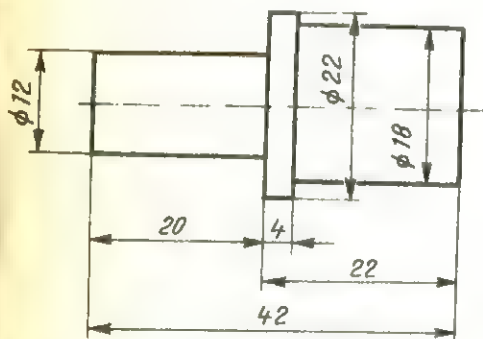


Fig. 8.5

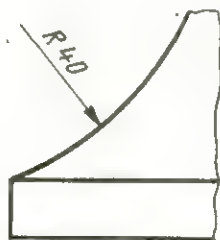


Fig. 8.6

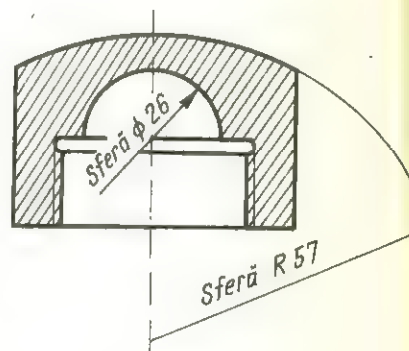


Fig. 8.7

În cazul cotării dimensiunilor unghiulare (fig. 8.8) sau a lungimii arcelor de cerc (fig. 8.9), linia de cotă se execută sub forma unui arc de cerc, cu centrul în vârful unghiului, concentric cu arcul cotat.



Fig. 8.8

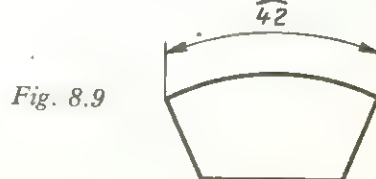


Fig. 8.9

Conform STAS 186-74, cotele se scriu cu cifre arabe, cu dimensiunea nominală a scrierii de minimum 3,5 mm, deasupra liniilor de cotă, la 1...2 mm distanță de acestea, spre mijlocul lor.

Toate dimensiunile liniare înscrise pe desene se exprimă în milimetri, fără a se scrie simbolul mm.

Cotele se scriu, după caz, însoțite de următoarele *simboluri*:

— simbolul  $\phi$ , scris înaintea cotelor pentru diametre (fig. 8.1 și 8.5);

— simbolul  $R$ , scris înaintea cotei, în toate cazurile în care se indică o rază de curbură (fig. 8.6);

— simbolul  $\frown$ , trasat deasupra cotei, în toate cazurile în care se indică cota lungimii unui arc de cerc (fig. 8.9);

— simbolul  $\square$ , înscris înaintea cotei în care se indică latura unui pătrat (fig. 8.12);

Fig. 8.12



— simbolul  $\triangleright$ , scris înaintea valorii unei conicități; vârful simbolului trebuie orientat spre vârful unghiului conului (fig. 8.11).



## ELEMENTE DE EXECUȚIE A SCHIȚEI

Desenul tehnic se întocmește fie în scopul executării unei piese după conținutul unui proiectant, desenul numindu-se *desen de execuție*, fie în scopul realizării unor piese de schimb după modele existente, desenul numindu-se *desen de execuție* sau *relevu*.

Atât desenul de execuție, cât și relevu, se execută la o anumită scară și cu ajutorul instrumentelor de desen, după ce în prealabil s-au executat schițe respective.

**Schița** este desenul unui obiect, executat cu mina liberă, în creion, pe hârtie albă opacă, pe un format standardizat, cu respectarea în limita aproximativă a proporțiilor dintre diferitele elemente de formă ale obiectului.

Schița servește, de obicei, ca bază pentru întocmirea desenelor de studiu de execuție, dacă ea este completată cu cotele și datele necesare.

### A. INDICATORUL DESENULUI TEHNIC

**Indicatorul desenului tehnic** este un tabel cu unele date care servesc la identificarea desenului și a obiectului reprezentat.

El este amplasat în colțul de jos din dreapta al desenului și se trasează având în vedere de jos și cea din dreapta suprapuse chenarului desenului, așa cum se arată în figura 9.1 (indicatorul este notat cu 1).

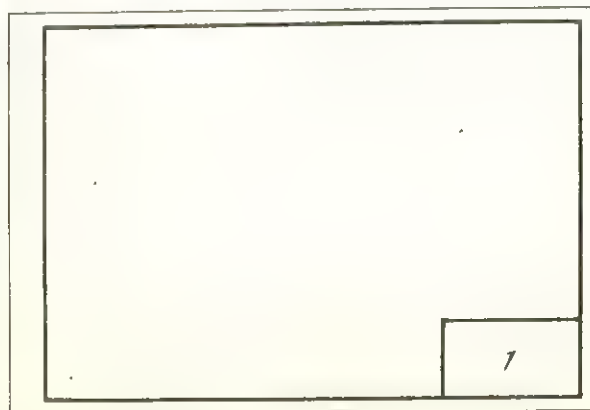


Fig. 9.1

Technical drawing of a drawing sheet layout. The sheet is 185 units wide and 9x4=36 units high. The layout includes a title block on the left and a drawing area on the right. Dimensions and numbered callouts are as follows:

- Top dimensions:** 5, 5, 35, 15, 19,5, 13.
- Left dimensions:** 9x4=36 (total height), 4 (title block height), 20 (drawing area height).
- Bottom dimensions:** 20, 25, 15, 32,5, 5, 185 (total width).
- Numbered callouts:**
  - 1: Bottom left corner.
  - 2: Bottom center.
  - 3: Bottom right corner.
  - 4: Bottom right area.
  - 5: Title block, second row.
  - 6: Title block, third row.
  - 7: Title block, fourth row.
  - 8: Title block, fifth row.
  - 9: Drawing area, top right.
  - 10: Drawing area, bottom right.
  - 11: Drawing area, top right.
  - 12: Drawing area, bottom right.
  - 13: Drawing area, top left.
  - 14: Drawing area, top left.
  - 15: Drawing area, top center.
  - 16: Drawing area, top center.
  - 17: Drawing area, top center.
  - 18: Drawing area, top right.
- Title block text:**
  - PROIECT
  - DESENAT
  - VERIF. CAT
  - CANT. STAS
  - APROBAT
- Drawing area text:**
  - Inlocuieste desen nr.
  - Nr. inventar
  - Data

- ①. denumirea sau inițialele întreprinderii, institutului etc. în cadrul căruia a fost executat sau se păstrează desenul original;
- ②. scara sau scările la care a fost executat desenul;
- ③. data la care a fost executat desenul;
- ④. denumirea produsului;
- ⑤. ⑥. numele și, respectiv, semnătura persoanelor care au proiectat, desenat, verificat, controlat STAS și aprobat desenul;
- ⑦. marca (sau denumirea) și codul materialului din care este executat produsul reprezentat, precum și numărul standardului sau normei tehnice referitoare la material;
- ⑧. masa netă a produsului, după caz, în kilograme sau în tone.
- ⑨. numărul desenului.
- ⑩. numărul curent al planșei și numărul total de planșe ce compun desenul respectiv, separate printr-o linie de fracție oblică.

Completarea căsuțelor ⑪ ... ⑱ se face conform indicațiilor din STAS 282-77.

Pentru executarea corectă a schiței unei piese, trebuie respectată o anumită succesiune a operațiilor preliminare schițării, și anume:

- 86

## 1. IDENTIFICAREA PIESEI

Se efectuează următoarele operații:

- precizarea denumirii piesei;
- stabilirea rolului piesei în ansamblul din care face parte;
- determinarea poziției de funcționare.

## 2. ANALIZA FORMEI PIESEI

Analiza formei piesei se face cu scopul simplificării executării schiței. Forma oricărei piese se reduce la un ansamblu de corpuri geometrice simple (prisme, cilindri, conuri, sfere etc.), dispuse în diferite feluri.

În figura 9.3 este reprezentată o piesă compusă din poliedre și care reprezintă un suport pentru contactele fixe de la întrerupătoare automate folosite în industria electrotehnică.

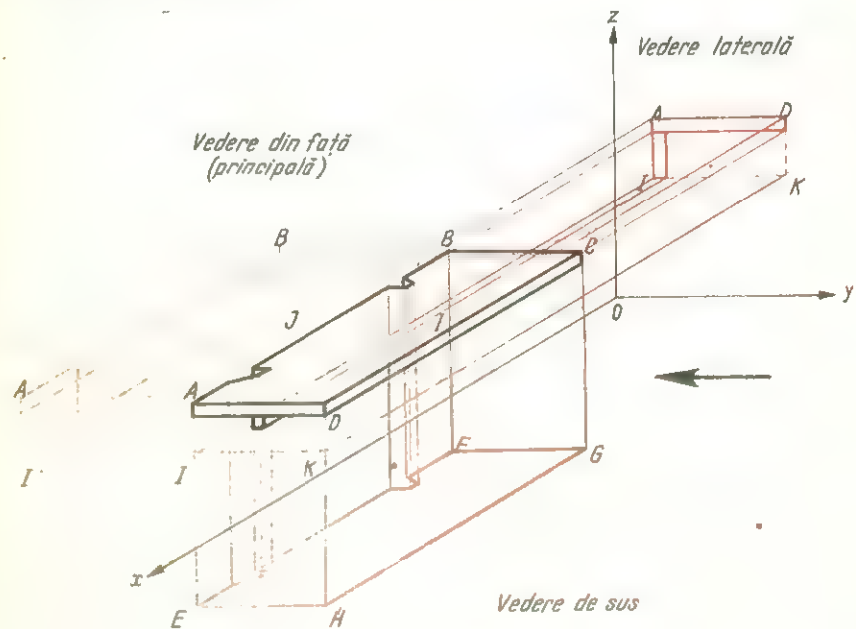


Fig. 9.3

Piesa este reprezentată în perspectivă, fiind desenate și proiecțiile ei pe cele trei plane de proiecție.

### 3. STABILIREA POZIȚIEI OPTIME DE REPREZENTARE ȘI A NUMĂRULUI MINIM DE PROIECȚII (VEDERI)

Piese care funcționează într-o anumită poziție se reprezintă pe desen în poziția de funcționare. Piese care funcționează în orice poziție (arbori, șuruburi etc.) se reprezintă în desen în poziția de prelucrare la operația principală.

*Poziția de reprezentare* se alege astfel, încât în proiecția principală (vederea din față) să se obțină cele mai multe detalii de formă și dimensionale.

*Numărul de proiecții* se limitează la minimum necesar pentru reprezentarea clară a obiectului. Se recomandă să se folosească în special următoarele trei proiecții: *vederea din față*, *vederea laterală* și *vederea de sus*.

În figura 9.3, se exemplifică stabilirea poziției optime de reprezentare, vederea principală obținându-se după direcția săgeții.

### C. EXECUTAREA SCHIȚEI DUPĂ MODEL

Schița trebuie executată într-un timp cât mai redus, să fie completă și cu o reprezentare grafică corespunzătoare. În acest scop, este necesar să se respecte o **succesiune logică a etapelor de execuție**, și anume:

- Se alege *proiecția principală*.
- Se stabilește *numărul de proiecții* necesare.
- Se alege un *format standardizat*, în așa fel ca să rezulte o reprezentare clară a piesei, cu înscrierea tuturor cotelor; apoi se trasează chenarul și indicatorul.

De exemplu, pentru piesa din figura 9.3 se alege formatul A4.

- Se trasează *dreptunghiurile minime de încadrare* a fiecărei proiecții a piesei. Se consideră piesa încadrată într-un paralelipiped circumscris piesei date și așezat astfel încât fețele lui să se proiecteze în adevărata lor mărime (fig. 9.4).

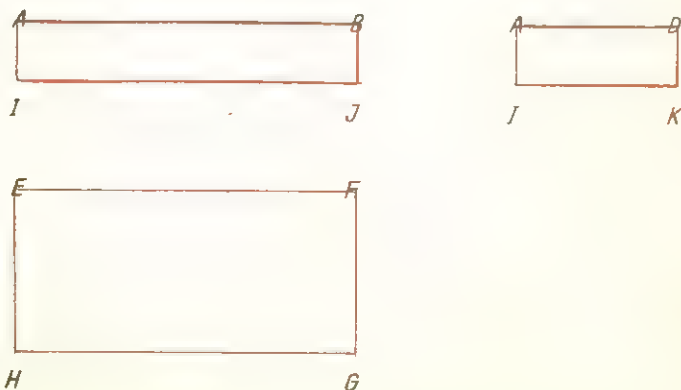


Fig. 9.4



Dreptunghiurile minime se trasează cu mâna liberă, cu creionul, cu linie continuă subțire.

Se va ține seama de distanțele dintre laturile vecine a două dreptunghiuri și dintre laturi și chenar astfel încât să se facă o încadrare corectă a desenului pe format.

● Se trasează *axele de simetrie* ale piesei pentru fiecare proiecție (fig. 9.5).

Axele se trasează cu linie-punct subțire și trebuie să depășească conturul cu 5—10 mm.

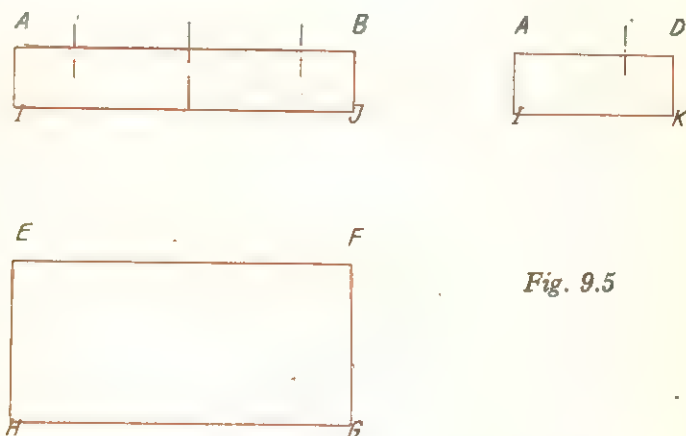


Fig. 9.5

● Se trasează *contururile exterioare ale proiecțiilor piesei* (fig. 9.6) (se va face cu linii subțiri). Se schițează și proiecțiile celorlalte forme geometrice ale piesei în aceeași vedere. În același timp se vor trasa și muchiile fictive.

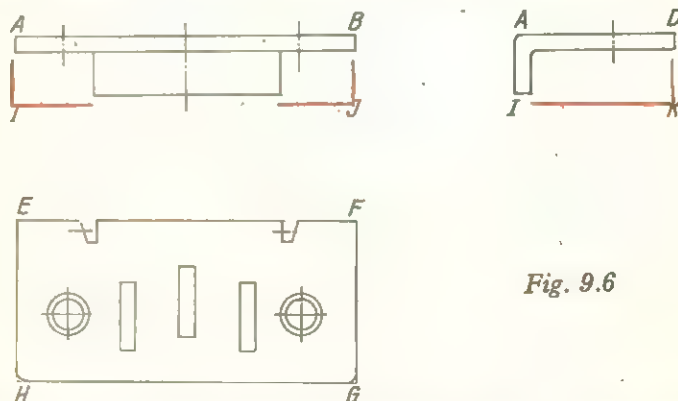
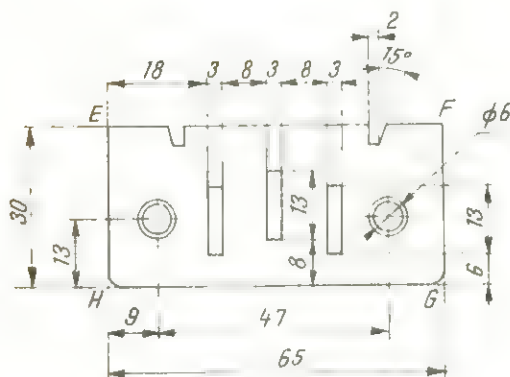
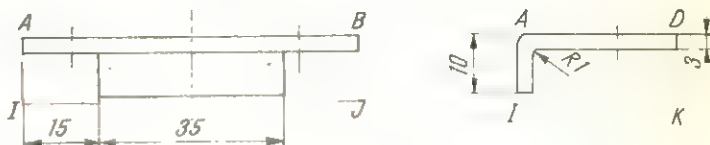


Fig. 9.6

La trasarea contururilor trebuie să se țină seama de următoarele:

- proiecțiile piesei să se înscrie în dreptunghiuri minime;
- legăturile dintre proiecții să fie respectate, atât pentru ansamblul formei, cât și pentru formele componente.

- Fig. 9.7



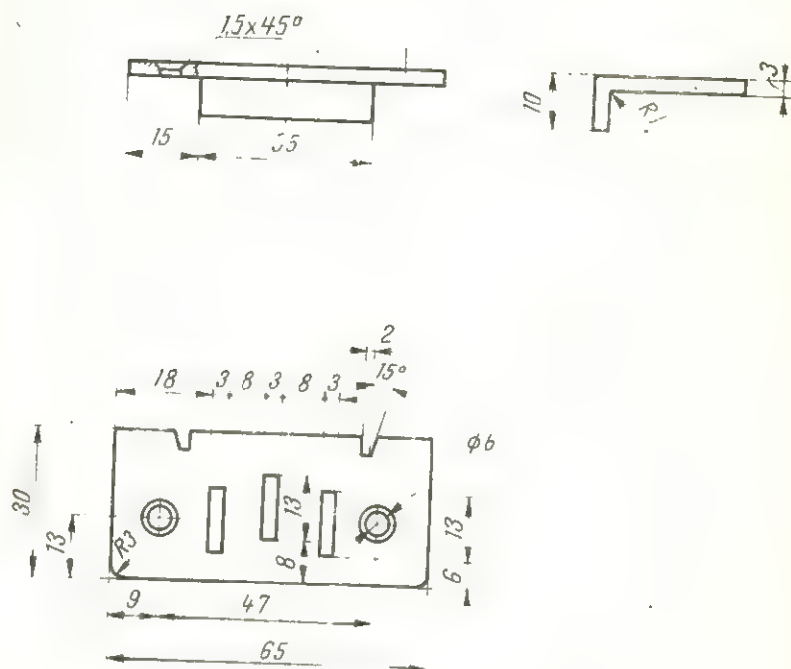
● Se îngroașă liniile de contur (fig. 9.8) cu mîna liberă; se admite ca cercurile să se îngroașe cu compasul.

Se vor șterge liniile dreptunghiurilor minime de încadrare care nu au fost cuprinse în contur și alte linii ajutătoare.

## D. APLICAȚII

Se vor desena schițe după modele ce se realizează la practica productivă în școli.

Fig. 9.8



Proiectat Nica A  
 Desenat Nica A  
 Verificat Georgescu A  
 Contr. STAS Georgescu A  
 Aprobat Georgescu A

Masa netă

ȘCOALA GENERALĂ  
 NR. 49  
 BUCUREȘTI

1:1

Data: 14. I. 1980

PLACĂ DE LEGĂTURĂ

## ELEMENTE DE ÎNTOCMIRE A DESENULUI LA SCARA

*Desenul la scară, sau desenul de execuție, este desenul executat cu ajutorul instrumentelor de desen, pe hîrtie albă opacă sau pe calc, la o anumită scară.*

### A. SCĂRI NUMERICE UTILIZATE ÎN DESENUL TEHNIC

*Prin **scara unui desen** se înțelege raportul dintre dimensiunea liniară a unui element măsurat de pe desen și dimensiunea reală a elementului reprezentat.*

Scara de reprezentare se exprimă sub forma de raport  $n:1$  în cazul scării de mărire,  $1:n$  în cazul scărilor de micșorare și  $1:1$  în cazul scării de mărime naturală.

În STAS 2-74 sînt prevăzute următoarele scări de reprezentare:

- *scări de mărime*: 2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1, 100:1;
- *scara de mărime naturală*: 1:1;
- *scări de micșorare*: 1:2, 1:5, 1:10 și orice altă scară obținută prin înmulțirea deîmpărțitului cu  $10^n$ , în care  $n$  poate fi 1, 2, 3 sau 4. Astfel se pot obține următoarele mărimi ale scărilor de reprezentare:

- pentru  $n = 1$  se obțin scărilor 1:20, 1:50, 1:100;
- pentru  $n = 2$  se obțin scărilor 1:200, 1:500, 1:1 000;
- pentru  $n = 3$  se obțin scărilor 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000;
- pentru  $n = 4$  se obțin scărilor 1:20 000, 1:50 000.

În afara acestor scări, se admite folosirea și a următoarelor scări de reprezentare cu destinație specială:

- 1:2,5 pentru cazurile în care este necesară folosirea mai completă a cîmpului desenului;
- 1:15 pentru desene de construcții metalice de toate tipurile;
- 1:25 pentru desene de construcții metalice în construcții și construcții navale;
- 1:250, 1:2 500 și 1:25 000 pentru planuri și hărți.

Cunoscînd definiția scării de reprezentare a unui desen, se poate scrie relația:

$$\frac{d}{r} = \frac{1}{N \cdot 10^n}$$



care:

$d$  — este dimensiunea măsurată pe desenul întocmit la scară;

$r$  — dimensiunea reală a obiectului corespondentă cu cea măsurată pe desen;

$N$  — unul dintre numerele: 2; 5 sau 10;

$n$  — unul dintre numerele: 1; 2; 3 sau 4.

Cu ajutorul acestei relații, se poate rezolva orice problemă care se ivește în legătură cu desenul la scară. Astfel:

— dacă trebuie reprezentat în desen un obiect ale cărui dimensiuni sînt cunoscute, se alege scara convenabilă și se pot determina dimensiunile pe care se vor desena;

De exemplu, alegîndu-se scara 1:100, iar o dimensiune reală a obiectului fiind de 13 m se scrie:

$$\frac{d}{13} = \frac{1}{100}, \text{ de unde } d = \frac{13}{100} = 0,13 \text{ m} = 13 \text{ cm.}$$

— dacă un desen este întocmit la scară și cotate, dar nu se cunoaște scara la care a fost întocmit ea se poate determina cu ajutorul aceleiași relații;

De exemplu, o dimensiune măsurată pe desen este de 15 cm, iar dimensiunea reală conform cotei de, pe desen este de 15 m. Se scrie:

$$\frac{15}{1500} = \frac{1}{x}, \text{ de unde } x = \frac{1500}{15} = 100,$$

de unde rezultă că desenul este întocmit la scara 1:100.

— dacă pe un desen întocmit la scară lipsește o cotă (dimensiune reală) aceasta se poate determina cu ajutorul aceleiași relații.

De exemplu, o dimensiune măsurată pe desen fiind de 17 cm și cunoscîndu-se că desenul a fost întocmit la scara 1:50, se scrie:

$$\frac{0,17}{r} = \frac{1}{50} \text{ de unde } r = 50 \times 0,17 = 8,50 \text{ m.}$$

**La întocmirea desenelor la scară trebuie să se țină seama de următoarele reguli:**

— la desenele în care toate proiecțiile sînt reprezentate la aceeași scară, aceasta se înscrie în căsuța din indicator destinată scării de reprezentare, sau sub titlul desenului, la cele executate fără indicator;

— la desenele în care unele proiecții (vederi, secțiuni, detalii) sînt reprezentate la altă scară decît cea a proiecției principale, scara de reprezentare se notează astfel:

— în indicator se înscrie mărimea scării principale (scara proiecției principale), urmată de mărimile scărilor diferite de aceasta, înscrise între paranteze și cu caractere mai mici (de exemplu: 1:10 (1:2) (1:5));

— pe desen, sub sau lângă notarea proiecției reprezentate la scară diferită, se înscrie mărimea scării respective precedată de cuvîntul *Scara* (de exemplu: A—A Scara 1:2; C Scara 5:1);

— la desenele care cuprind numai reprezentări de detalii, executate la scări diferite, scara fiecărei reprezentări se înscrie sub sau lângă notarea reprezentării respective, iar în căsuța din indicator destinată scării se trasează o linie scurtă.

## **B. FAZELE ALCĂTUIRII DESENULUI LA SCARĂ**

● Alegerea scării desenului se face în așa fel ca reprezentarea în desen a piesei să fie clară, adică să nu prezinte aglomerări de linii, cote și semne convenționale, care să îngreueze citirea desenului. Ori de câte ori este posibil, se alege scara 1:1.

● Calculul pentru determinarea mărimii formatului necesar se face ținând seama de dimensiunile obiectului reprezentat, de numărul necesar de proiecții, de numărul de cote situate în afara proiecțiilor și de suprafețele libere care trebuie lăsate între proiecții (circa 20 mm).

● Executarea propriu-zisă a desenului la scară se face în aceeași ordine ca și schița. Se trasează axele principale, apoi conturul exterior și interior.

● Cotarea desenului.

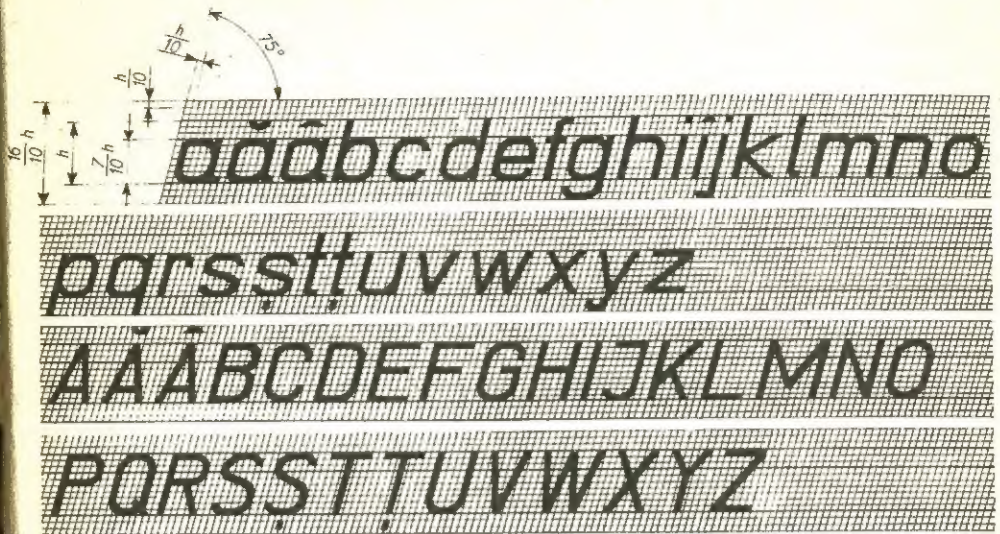
● Îngroșarea conturilor.

● Completarea indicatorului și verificarea desenului.

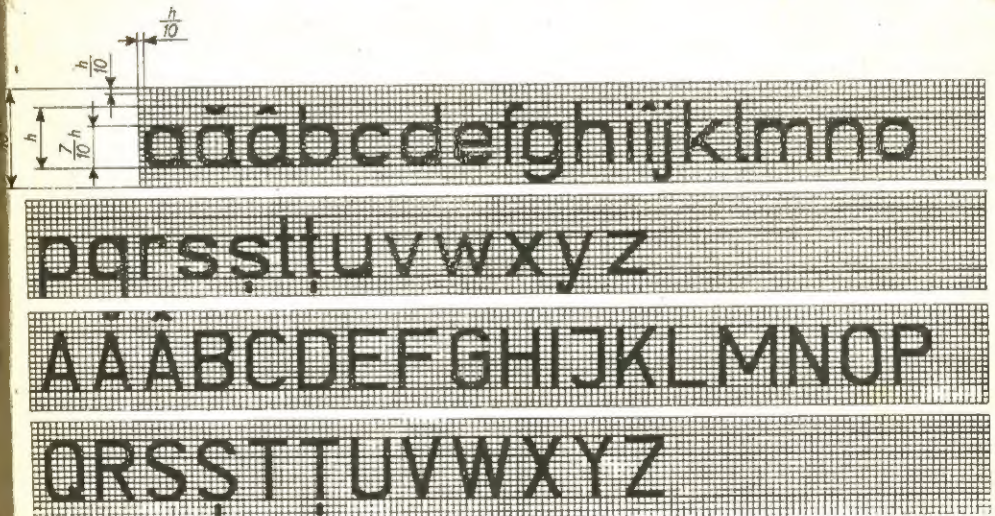
## **C. APLICAȚII**

Se vor executa desene la scară după schițele întocmite la capitolul precedent.





1234567890 I I I V X I



1234567890 I I I V X I



# CUPRINS

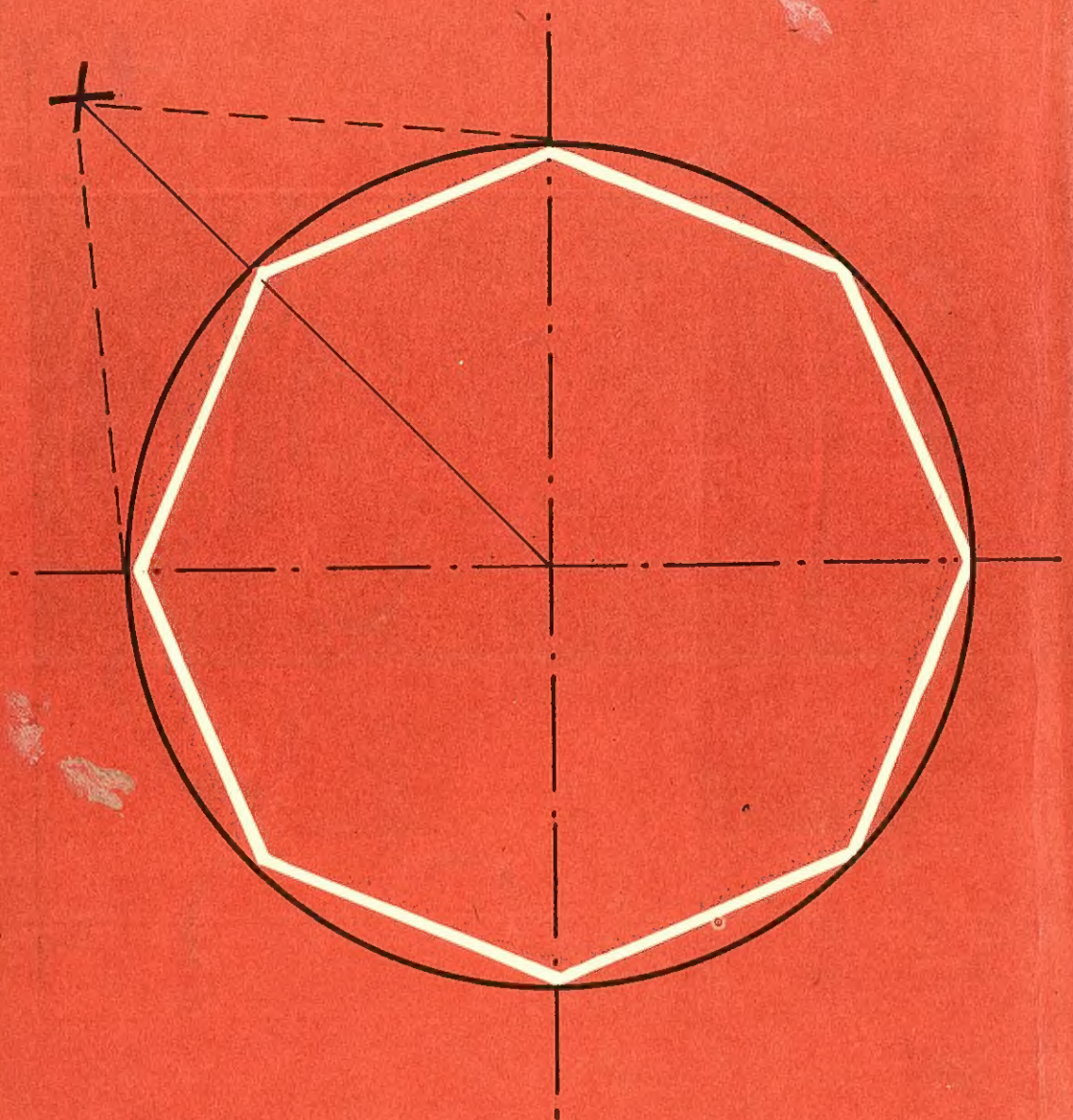
1. Elemente introductive în desenul tehnic . . . . .	3	5. Noțiuni de desen proiectiv . . . . .	4
A. Scopul și importanța desenului tehnic . . . . .	3	A. Noțiuni introductive . . . . .	4
B. Clasificarea desenelor tehnice . . . . .	4	B. Sisteme de proiecție . . . . .	4
C. Materiale și instrumente folosite în desenul tehnic . . . . .	5	C. Reprezentarea punctului . . . . .	5
D. Standardizarea în desenul tehnic . . . . .	10	D. Reprezentarea dreptei pe planele de proiecție . . . . .	5
E. Formatele desenelor tehnice . . . . .	11	E. Reprezentarea planului pe planele de proiecție . . . . .	6
F. Linile utilizate în desenul tehnic . . . . .	13	F. Reprezentarea figurilor geometrice plane . . . . .	6
G. Scrierea standardizată . . . . .	14	G. Probleme . . . . .	6
2. Construcții grafice (geometrice) uzuale . . . . .	16	6. Reprezentarea corpurilor geometrice . . . . .	
A. Construcția dreptelor paralele și perpendiculare . . . . .	16	A. Reprezentarea poliedrelor . . . . .	
B. Împărțirea unui segment de dreaptă . . . . .	17	B. Reprezentarea corpurilor de rotație . . . . .	
C. Construcția și împărțirea unghiurilor . . . . .	19	7. Dispunerea proiecțiilor în desenul tehnic . . . . .	
D. Construcția triunghiurilor . . . . .	22	A. Așezarea normală a proiecțiilor . . . . .	
E. Construcția patrulaterelor . . . . .	24	B. Dispunerea și alegerea proiecțiilor . . . . .	
F. Construcția și împărțirea cercului, Construcția poligoanelor regulate . . . . .	26	C. Determinarea celei de-a treia proiecții . . . . .	
G. Probleme . . . . .	31	D. Probleme . . . . .	
3. Racordări . . . . .	32	8. Elemente de cotare . . . . .	
A. Racordarea a două drepte . . . . .	33	9. Elemente de executare a schiței . . . . .	
B. Racordarea unei drepte cu un arc de cerc . . . . .	35	A. Indicatorul desenului tehnic . . . . .	
C. Racordarea a două cercuri . . . . .	35	B. Operații preliminare schițării . . . . .	
D. Probleme . . . . .	37	C. Executarea schiței după model . . . . .	
4. Construcția curbelor geometrice plane . . . . .	39	D. Aplicații . . . . .	
A. Construcția curbelor plane formate din arce de cerc . . . . .	39	10. Elemente de întocmire a desenului la scară . . . . .	
B. Construcția profilurilor mulurilor . . . . .	43	A. Scări numerice . . . . .	
C. Construcția arcelor de boltă . . . . .	46	B. Fazele executării desenului la scară . . . . .	
		C. Aplicații . . . . .	
		Anexă . . . . .	

Nr. colilor de tipar : 6  
Bun de tipar : 18.12.1981



Com. nr. 10 565/28 181  
Combinatul poligrafic  
„CASA ȘCINTEII”  
București — R.S.R.





Lei 4,05

---

Editura didactică și pedagogică, București - 1982

---